



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
METROPOLITANA

**Términos de intercambio, “enfermedad
holandesa” y crecimiento económico**

Tesis

Que para obtener el grado de:

Doctor en Ciencias Económicas

Presenta:

Ivan Porras Chaparro

Director y Asesor de tesis:

Dr. Enrique R. Casares Gil

México, D. F. Junio de 2019.

A M&M
y a quien me soporte

Índice general

Índice general	II
Lista de figuras	V
Resumen	VII
Introducción	1
1. Revisión de la literatura	7
1.1. Introducción	7
1.2. La maldición de los recursos naturales	11
1.3. “La enfermedad holandesa”	14
1.4. Implicaciones de “la enfermedad holandesa” en el crecimiento económico . .	16
1.4.1. Sobrevaluación del tipo de cambio	17
1.4.2. La volatilidad como un mecanismo de transmisión	18
1.4.3. El endeudamiento	18
1.4.4. La política fiscal y monetaria	19
1.5. La bendición de los recursos naturales	21
1.6. Conclusiones	25
2. Agricultura, términos de intercambio y crecimiento económico	29
2.1. Introducción	29
2.2. El modelo	33
2.2.1. El sector exportador de materias primas agrícolas no elaboradas . . .	33

2.2.2.	El sector importador manufacturero	34
2.2.3.	El gobierno	34
2.2.4.	Los hogares	35
2.2.5.	Mercados	36
2.3.	La solución en el estado estacionario	37
2.4.	Un aumento en los términos de intercambio y la respuesta del gobierno . . .	39
2.5.	La evidencia: un caso clásico	41
2.6.	Conclusiones	52
3.	Términos de intercambio, deuda y crecimiento económico	54
3.1.	Introducción	54
3.2.	El modelo	58
3.2.1.	El sector exportador de materias primas no elaboradas	59
3.2.2.	El sector importador manufacturero	60
3.2.3.	El mecanismo de la migración del trabajo	60
3.2.4.	El gobierno	61
3.2.5.	Los hogares	61
3.2.6.	El comportamiento de la deuda	62
3.2.7.	Mercados	63
3.3.	La solución en el estado estacionario	64
3.4.	Estabilidad y dinámica del modelo	66
3.5.	Un aumento en los términos de intercambio y la respuesta del gobierno . . .	70
3.6.	Conclusiones	81
4.	Exportación de materias primas agrícolas, términos de intercambio y desarrollo económico	83
4.1.	Introducción	83
4.2.	El modelo	86
4.2.1.	El sector agrícola exportador	87
4.2.2.	El sector manufacturero importador	88
4.2.3.	El sector no comerciable	89

4.2.4. Los hogares	90
4.2.5. Mercados	91
4.3. El modelo en variables estacionarias	92
4.4. El estado estacionario	96
4.5. Términos de intercambio y “enfermedad holandesa”	97
4.6. Conclusiones	99
5. El mito del deterioro de los términos de intercambio y el crecimiento económico: la dependencia de los productos primarios para el caso de Argentina, Brasil, Chile, México y Perú	101
5.1. Introducción	101
5.2. El desarrollo de Argentina, Brasil, Chile, México y Perú	104
5.3. El modelo de series de tiempo	113
5.3.1. Las variables y su dinámica	114
5.3.2. Estacionariedad de las variables	120
5.4. Pruebas de cointegración	126
5.4.1. Prueba de Engle-Granger	127
5.4.2. Prueba de Johansen	128
5.5. Estimación del modelo VEC y pruebas de hipótesis	132
Conclusiones	141
Bibliografía	150
A.	160
B.	162

Índice de figuras

2.1. Participación de las Exportaciones tradicionales y no tradicionales (como porcentaje de las exportaciones totales)	43
2.2. Participaciones de las Exportaciones de Café y Petróleo y sus derivados, 1970 - 2012 (como porcentaje de la exportaciones totales)	44
2.3. Precio del café y del petróleo, 1970-2012 (2005=100)	46
2.4. Términos de Intercambio, 1970-2012 (2005=100)	47
2.5. Tasa de crecimiento promedio anual del Valor Agregado de la Manufactura (porcentaje)	49
2.6. Tasa de crecimiento promedio anual del Producto Interno Bruto (porcentaje) .	50
2.7. Deuda Externa, 1970-2012 (porcentaje del PIB)	51
3.1. Estimaciones numéricas de las trayectorias: $K(t)$, $d(t)$, $n(t)$ y $(1 - n(t))$. .	68
3.2. Estimaciones numéricas de las trayectorias: S_H e Y_{INB}	69
3.3. Dinámica de transición de $n(t)$ cuando aumentan los términos de intercambio	71
3.4. Dinámica de transición de $K(t)$ cuando aumentan los términos de intercambio	73
3.5. Dinámica de transición de $d(t)$ cuando aumentan los términos de intercambio	74
3.6. Dinámica de transición de $n(t)$ cuando aumenta la tasa impositiva	76
3.7. Dinámica de transición de $K(t)$ cuando aumenta la tasa impositiva	78
3.8. Dinámica de transición de $d(t)$ cuando aumenta la tasa impositiva	80
5.1. Términos de Intercambio para Argentina, Brasil, Chile, México y Perú: 1980-2016	110

5.2. Comportamiento del Producto Interno Bruto (PIB) de Argentina, Brasil, Chile, México y Perú: 1980-2016	112
5.3. Comportamientos del PIB y TI de Argentina, 1980-2016	115
5.4. Comportamiento del PIB y de los TI de Brasil, 1980-2016	116
5.5. Comportamiento del PIB y de los TI de Chile, 1980-2016	117
5.6. Comportamiento de los TI y del PIB de México, 1980-2016	118
5.7. Comportamiento de los TI y del PIB de Perú, 1980-2016	119

Resumen

Con el fin de ilustrar la enfermedad holandesa, se realiza un análisis de la literatura sobre el fenómeno de la maldición y bendición de los recursos naturales. Se explican los distintos mecanismos de disminución de la desindustrialización y se desarrollan tres modelos. El primero para una economía abierta y pequeña con dos sectores. Un sector exportador de materias primas agrícolas y otro manufacturero importador. Se muestra, en el estado estacionario, que cuando los términos de intercambio aumentan, el sector manufacturero pierde trabajo y capital. Por lo tanto, se produce una desindustrialización. Asimismo, el ingreso nacional disminuye y la proporción deuda y capital aumenta. Para evitar esto, el gobierno impone un impuesto a la producción en el sector agrícola. Esto produce que el trabajo y capital aumenten en el sector manufacturero, y que el ingreso nacional aumente, pero que la relación deuda externa a capital disminuya. El segundo es una extensión del anterior, consiste en proponer dos costos de ajuste, uno de ellos a la migración sectorial y otro a la deuda. Con ello, trabajo y capital fluyen dinámicamente al sector de recursos naturales. En consecuencia, el sector manufacturero pierde trabajo. Mientras que el tercero estudia economías dependientes en crecimiento con dos o tres sectores, mediante un modelo de crecimiento endógeno. Se muestra, en el estado estacionario, que cuando los términos de intercambio aumentan, el salario en la agricultura es mayor que en los otros sectores. Origina movilidad laboral. Por lo anterior, la relación capital-no-comerciable a capital-manufactura disminuye instantáneamente a un nuevo estado estacionario y los rendimientos nuevamente se igualan. Esta enfermedad holandesa se revierte con una externalidad positiva que incide en la producción industrial, se da cuando los términos de intercambio aumentan. El sector manufacturero, líder tecnológico, no pierde trabajo y el capital-manufactura aumenta relativamente. En el último capítulo, se presenta evidencia empírica sobre la relación entre los Términos de Intercambio y el Producto Interno

Bruto para Argentina, Brasil, Chile, México y Perú, durante de 1980 a 2016. Se optó por un modelo de Corrección de Errores (VEC), los resultados son que para Argentina no existe cointegración, mientras que para Brasil, Chile y México si hay cointegración, pero el coeficiente no es negativo y no es estadísticamente significativo, por lo que se descarta la relación entre los TI y el PIB. Para Perú se encontró un modelo VEC en el que el término de corrección de error si es negativo y si es estadísticamente significativo, con ellos se puede apreciar la relación de largo y de corto plazo. Los resultados indican que no hay una dependencia de largo plazo entre los TI y el PIB, salvo el caso de Perú. Con esto se concluye que no se verifica la hipótesis del deterioro de los precios de los productos primarios y mucho menos en una disminución del PIB de los países, si por el contrario un crecimiento endógeno.

Clasificación JEL

Crecimiento endógeno, términos de intercambio, enfermedad holandesa, Modelo de corrección de errores (VEC)

Abstract

In order to illustrate the Dutch disease, an analysis of the literature on the phenomenon of the curse and the blessing of natural resources is made. The mechanisms for reducing deindustrialization and the three models are explained. The first for an open and small economy with two sectors. An export sector of agricultural raw materials and another importer manufacturer. It shows, in the steady state, that when the terms of trade increase, the manufacturing sector loses work and capital. Therefore, a deindustrialization takes place. Likewise, national income decreases and the proportion of debt and capital increases. To avoid this, the government imposes a tax on production in the agricultural sector. This means that labor and capital increase in the manufacturing sector, and that national income increases, but that the external debt ratio decreases. The second is an extension of the previous one, it consists in proposing two adjustment costs, one of them to the sectorial migration and the other to the debt. With this, work and capital flow dynamically to the natural resources sector. As a result, the manufacturing sector loses work. While the third studies dependent dependencies on growth with

two or three sectors, through an endogenous growth model. It is shown, in the steady state, when the terms of trade increase, the salary in agriculture is higher than in the other sectors. It originates labor mobility. Therefore, the capital-non-tradable / capital-manufacturing relationship occurs instantaneously in a new stationary state and returns are again equalized. This disease is not reversed with a positive externality that affects industrial production, it occurs when the terms of trade increase. The manufacturing sector, technological leader, does not lose work and capital increases production. In the last chapter, empirical evidence is presented about the relationship between the Terms of Exchange and the Gross Domestic Product for Argentina, Brazil, Chile, Mexico and Peru, between 1980 and 2016. An error correction model has been chosen (VEC)), the results are so that Argentina does not exist cointegration, while for Brazil, Chile and Mexico there is no cointegration, but the coefficient is not negative and it is not statistically significant, you can also download the relationship between IT and GDP. For Peru, a VEC model has been found in the error correction term, if it is negative and if it is statistically significant, with them the long and short term relationship can be appreciated. The results indicate that there is no long-term relationship between IT and GDP, except in the case of Peru. With this it is concluded that the hypothesis of the results of the primary products is not verified, much less in a decrease of the GDP of the countries, but also on the contrary an endogenous growth.

JEL Classification

Endogenous growth, barter trade, dutch disease, Vector Error Correction

Introducción

La idea que surgió y que cobra forma en este trabajo es la de asociar la riqueza en recursos naturales que se tienen en países de todo el mundo, pero sobre todo en los de Latinoamérica, con el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de esos países. Los recursos naturales, sea como yacimientos de hidrocarburos, gas, agua, minerales, etcétera, generan un patrimonio nacional que posibilita la grandeza de la economía. Casos exitosos en que esto sea cierto son los de Estados Unidos y Canadá, mientras que en Europa y Asia también persisten. Desafortunadamente, en África y América Latina esto no ha posibilitado que los países mejoren su bienestar a través de sus recursos naturales.

Es así, como se inicia en los estudios de la maldición o bendición de los recursos naturales, del comercio internacional y su organización en países del centro, como productores de manufactura, y los de la periferia, como productores de bienes primarios y de recursos naturales. Básicamente, la mayoría de la literatura que se desarrolla a lo largo de este trabajo, establece que los mecanismos de asignación y la forma en que se distribuye la riqueza generada por el sector exportador primario no han sido bien dirigidas y que se han endeudado más los países latinoamericanos. Si se considera, actualmente, a los países africanos, la lucha de poderes entre la milicia y los grupos gubernamentales han orillado a la población a emigrar a otros países, además de sumir en una pobreza sin precedentes. Todo parece indicar que la maldición radica en las instituciones y la administración política de su riqueza.

Sobre este punto, también descansa la teoría de los estructuralistas. Encabezados por Prebisch, consideran las desventajas del comercio internacional, proponen un crecimiento hacia adentro basado en un mercado interno que potencializaría la industrialización sin descuidar la orientación primaria. El tiempo y la literatura revisada en este documento rechaza tal hipótesis, pues se ha visto un beneficio a los países dependientes de sus recursos naturales. Con

todo lo anterior, se trata pues de generar una serie de modelos que inhiban la aparición de la “enfermedad holandesa”. La forma de contrarrestar no descansa en las instituciones y el papel que tienen en la orientación sectorial. Más bien ésta se dirige a los mecanismos tradicionales que el análisis del desarrollo económico ha establecido con la teoría del crecimiento endógeno.

Problema de investigación

El punto de partida de este trabajo es la hipótesis de Prebisch (1986), que describe los efectos de la distribución asimétrica de los beneficios del comercio internacional, cuando se trata de los países productores de productos primarios y de productos industriales. Ésta descansa sobre las innovaciones tecnológicas que no hacen proliferar en la misma proporción a la tecnificación de los productos primarios y los productos industriales. Basada en la resistencia y organización de los trabajadores del centro, hacen que se resienta con más fuerza la disminución de los precios de los productos agrícolas en los países de la periferia. Los ciclos económicos juegan el papel de explicar las expansiones y recesiones de las economías en el mercado internacional, con ello, los Términos de Intercambio se han movido desfavorablemente en los países proveedores de materias primas, apropiándose de la riqueza por parte de los países industriales. Esto es lo que ha generado en el mundo el subdesarrollo de estos países y el crecimiento en los otros.

El debate empírico radica en determinar, si una parte de la tesis de Prebisch (1986) se cumple para las economías proveedoras de materias primas, sobre todo para ciertos países de la América Latina. Si se cumpliera, existiría el argumento de que los países abundantes de recursos naturales padecen de una especie de maldición en el subdesarrollo que presentan. Y argumentarían por el otro lado, que los países desarrollados seguirán su senda de crecimiento aprovechando la ventajas del comercio internacional.

La maldición no solo descansa en la tesis de Prebisch (1986). Existe evidencia empírica (Ploeg, 2011a) que establece que la “enfermedad holandesa” hace depender de los recursos naturales, inhibiendo la inversión en los sectores industriales y manufactureros. Lo anterior es debido a que la mayoría de los ingresos provenientes de la extracción o producción primaria

generan ganancias que se transfieren de otros sectores al sector rentable. Haciendo caer a la economía en una especie de maldición de los recursos.

Otra forma en que aparece la maldición de los recursos naturales es debido a la falta de instituciones fuertes que disminuyan el efecto voraz de los grupos de poder gubernamental o empresarial (Sala-i-Martin y Subbramanian, 2003). Esta afectación en la forma de determinar cómo se distribuyen las ganancias del comercio y cómo se apropian los recursos naturales estos grupos, es parte del subdesarrollo y atraso de estos países.

La teoría es todavía menos concluyente que los estudios empíricos. Como establece Krueger (1983), en la teoría uno puede suponer cualquier tendencia que mejore o empeore los términos de intercambio, todo dependerá de los supuestos subyacentes:

“Si tomamos la visión de Arthur Lewis de que el crecimiento de la población en países excedentes de mano de obra, se procederá a una tasa que mantiene el salario de subsistencia mientras la inversión extranjera privada está disponible libremente, esto asegura una oferta perfectamente elástica de productos agrícolas tropicales. Un incremento del salario real en países desarrollados simultáneamente implicarán un precio creciente del producto manufacturado, y el deterioro en los términos de intercambio inevitablemente se seguirá. En vez de eso, si se hubiera pensado que existen ‘límites al crecimiento’ debido a la oferta inelástica relativa de la oferta de *commodities* primarios, los términos de intercambio podrían esperarse secularmente moverse en favor de los exportadores de los *commodities* primarios. Cualquier trayectoria que ocurra, las conclusiones de bienestar serán evidentes” (Krueger, 1983, 69).

Preguntas de investigación

Con base en lo anterior, se tienen que las preguntas de investigación de este trabajo son: ¿Cuáles son la teorías que explican la maldición de los recursos naturales? ¿Qué dice la evidencia empírica acerca de esto? ¿Cuáles son los elementos que intervienen para que se dé el fenómeno de la “enfermedad holandesa”? ¿Cuáles son los mecanismos que corrigen este fenómeno? ¿Por qué el crecimiento endógeno es una explicación plausible y cómo se puede explicar el desarrollo a partir de éste? Como casos de estudio: ¿cuál es la evidencia econométrica de ciertos países caracterizados por su producción primaria o de recursos naturales? ¿existe una relación de largo plazo entre el Producto Interno Bruto y los Términos

de Intercambio que asocie el deterioro de estas variables? ¿Qué se puede decir de la tesis de Prebisch acerca del subdesarrollo de países orientados hacia la exportación de productos de recursos naturales?

Hipótesis de investigación

La existencia de un conocimiento tecnológico doméstico, basada en un aprendizaje por la práctica, ha revertido el proceso del deterioro de los términos de intercambio, es decir la “enfermedad holandesa”. Este crecimiento endógeno se ha manifestado en países exportadores de bienes primarios, al menos para algunos de la América Latina.

Objeto, alcances, justificación y resultados de la investigación

El principal objetivo del presente trabajo es proponer un esquema analítico que explique cómo los recursos naturales y los productos de materias primas que exportan los países en vías de desarrollo se enfrentan al dilema de la maldición o bendición de los recursos económicos. Lo anterior implica caracterizar a las economías de la periferia en modelos que capturen la relevancia económica de la transmisión de recursos de un sector orientado hacia las exportaciones de productos primarios, en el que es más rentable en ganancias, salarios y producción, sin descuidar el sector industrial o manufacturero. Este fenómeno de reasignación de recursos, que inhibe el crecimiento del sector industrial, es lo que se conoce como “enfermedad holandesa”, ampliamente estudiada por la literatura económica (véase el capítulo 1).

Aún cuando hay investigación acerca del modelado de la maldición de los recursos naturales, básicamente se realiza en dos sectores, el trabajo de Roldos (1991) marca la generalidad de la interacción de las reasignaciones de recursos, haciendo evidente la “enfermedad holandesa”. La idea de representar la interacción de un sector tradicional o de producción primaria y otro industrial o manufacturero, tiene sus implicaciones, sobre todo de las elasticidades que se asuman en los factores de producción.

Por lo anterior, en este trabajo se busca representar mediante modelos la desindustrialización directa de una economía pequeña y abierta con dos sectores. Siguiendo el esquema tradicional de Roldos (1991), se desarrolla un sector exportador de productos primarios y

otro manufacturero importador, se supone también una función de producción con la propiedades neoclásicas tradicionales (Barro y Sala-i-Martin, 2009). Con ello, la “enfermedad holandesa” aparece desalentando el crecimiento económico. Se propone un esquema en el que la recaudación tributaria grava la producción del sector primario exportador, asimismo la recaudación es retribuida a los hogares mediante una transferencia de suma fija. Con ello, las asignaciones se revierten y se potencializa el sector manufacturero importador y se logra revertir la “enfermedad holandesa”. Con este modelo, resalta el hecho de que cuando aumentan los términos de intercambio, los salarios y los precios de los productos primarios son mayores que el de los productos industriales, ocasionando que también las inversiones se muevan y con ello el acervo de capital. Se aprecia como el sector industria pierde trabajo y capital, lo que sucede con la “enfermedad holandesa”. El gobierno puede resarcir esta situación, con una política fiscal orientada a impulsar la manufactura o por lo menos no perderla, fija el impuesto necesario para poder disminuir o en su caso frenar la movilidad de los recursos.

Aunado a lo anterior, se construye un nuevo marco analítico que incorpora una dinámica de transición al capital y de la mano de obra. Con esta versión aumentada se investiga a las variables de referencia en el corto plazo y los ajustes que se realizan en la trayectoria de largo plazo. El impacto de reducir la “enfermedad holandesa” a través de fenómenos netamente económicos por la explicación de la migración intersectorial de la mano de obra y de la *ratio* deuda-capital, obliga a descartar otras variables exógenas como las instituciones, las cuales pueden jugar un papel ambiguo en la teoría económica. Hay que reconocer que con esta ampliación, el papel de la deuda surge como una limitante de crecimiento y como especie de maldición de los recursos naturales. En este modelo también es tomado en cuenta. El alcance de este modelo es proponer dos costos de ajuste, a la migración del trabajo y de la deuda-capital, con el fin de suavizar las trayectorias de crecimiento en el trabajo y capital. Con esto se llega a la idea de que el ahorro proveniente del extranjero puede aumentar el acervo de capital si se adopta una regla óptima de deuda para que pueda aumentar los niveles de ingreso y consumo, sin que se presente el fenómeno de la “enfermedad holandesa”.

También, se construye un modelo que represente a una economía pequeña y abierta con tres sectores, uno de ellos basado en bienes agrícolas, manufactureros y un sector de bienes no comerciables. Salir de la trampa de la “enfermedad holandesa” implica que los países

productores de bienes primarios han potencializado su crecimiento sin sacrificar a su sector industrial. Basado en Romer (1989), se puede imponer al sector manufacturero un “aprendizaje por la práctica”, que implica un conocimiento tecnológico doméstico que se esparce hacia los otros sectores. Con ello, se revierte la maldición de los recursos naturales y se obtiene un crecimiento sostenido para estas economías. El alcance de este modelo sirve para ilustrar la relación de los aumentos de los precios de productos primarios exportados y la reasignación del trabajo del sector no comerciable, pero no del industrial, ya que esta última se mantiene constante. Se transfieren parte de los ingresos del sector no comerciable al del sector agrícola y esto no afecta al sector manufacturero. También se muestra que no hay una apreciación del tipo de cambio real. Todos estos elementos influyen para que no aparezca la “enfermedad holandesa”.

Adicionalmente a los modelos anteriores, se realiza un estudio empírico sobre la relación entre los Términos de Intercambio y el Producto Interno Bruto (PIB) para Argentina, Brasil, Chile, México y Perú, durante el periodo de estudio de 1980-2016. Con ello, se establece si existe una relación de largo plazo de cointegración para estos países, muy representativos como productores de productos primarios. Es de esperarse, que los países con una concentración mayor en la industria o manufactura no dependerán de los términos de intercambio y tampoco el PIB sufrirá con *shocks* externos de los precios internacionales de los *commodities*, tal es el caso de México. Mientras que los países, con una fuerte presencia de producción primaria, pero también con una industria estable, se debe a que se ha caracterizado por un crecimiento endógeno, tal es el caso de Brasil y Chile. Por último, si existe una dependencia del PIB con los TI, de tal manera que aparezca cointegración entre las variables, es porque existe un vínculo exportador basado en la producción de productos primarios, lo que también hará padecer de los cambios en los precios que se produzcan por el mercado internacional, como el caso de Perú encontrado en este trabajo.

Capítulo 1

Revisión de la literatura

1.1. Introducción

Básicamente la idea del descubrimiento de un recurso natural, como el petróleo o gas, o la producción de bienes primarios, incrementan los Términos de Intercambio en el mercado internacional, estos tiene efectos positivos en el crecimiento de los países especializados en ciertos *commodities* (Lederman y Maloney, 2007, 2008). Lo anterior, posiciona a la economía con altos niveles de ingresos, consumos en los bienes comerciables y no comerciables, rentas superiores (Gelb y associates, 1988), mayor capital para inversión (Spatafora y Warner, 1995), y dependiendo de sus efectos en la importación de bienes, que en el largo plazo conduce a un nuevo equilibrio, superior al anterior (Brahmbhatt *et al.*, 2010).

Sin embargo, tanto en un enfoque empírico como teórico, hay quienes contradicen las bondades de los Recursos Naturales en el crecimiento. Uno de los trabajos pioneros son los de Sachs y Warner (2001), quienes encuentran una relación negativa entre las proporciones de las exportaciones de recursos naturales y las del crecimiento de las exportaciones manufactureras, que disminuyen el Producto Interno Bruto per cápita (de la muestra de países), con lo anterior, surgió una literatura importante de medición (Collier y Goderis, 2007) y modelación que mantiene la maldición de los recursos naturales.

Otra forma de maldición es la escasez relativa del incremento de los precios de los recursos primarios no renovables, que están relacionados con el impacto negativo para sostener altas tasas de crecimiento económico, en países exportadores de estos bienes. La teoría del

crecimiento económico (Birch y Whitta-Jacobsen, 2005) incorpora a la mayoría de los recursos naturales como un factor fijo en la producción, esto implica una tendencia del ingreso per cápita decreciente a largo plazo, si se suponen rendimientos decrecientes para capital y trabajo, además de que la tecnología está ausente en la producción. Con la incorporación de un factor fijo, al disminuir el ingreso per cápita, el consumo y sobre todo el ahorro disminuyen, por lo que no es posible mantener el mismo nivel de capital y dado que la población crece a una tasa constante, a largo plazo, no se puede sostener el mismo nivel de capital. De hecho, en ausencia de progreso tecnológico, el modelo clásico de Solow (1956) hace que el crecimiento del ingreso per cápita sea negativo.

Para corregir el efecto anterior, se ha optado por suponer que el progreso tecnológico juega un papel importante para hacer que el ingreso per cápita mundial sea creciente, alrededor del 2 % anual en países desarrollados. Aunado a que las políticas de natalidad han influido positivamente en el crecimiento de la población mundial. Pero aun con tasas decrecientes en el crecimiento de la población, la producción mundial de bienes y servicios ha crecido por encima de la población actual y la de su crecimiento esperado. De acuerdo con Birch y Whitta-Jacobsen (2005) “los recursos naturales fijos y el progreso tecnológico se configuran como dos fuerzas que influyen en el crecimiento a largo plazo pero que se contrarrestan mutuamente.”

El argumento central es que por un lado, la escasez de los recursos naturales y el crecimiento de la población detendrán rápidamente el crecimiento del producto, ya sea por escasez de alimentos o de materia primas, o por algún fenómeno de la naturaleza provocada por la contaminación y/o cambio climático causado por la humanidad (Meadows *et al.*, 1972). Y por el otro, que en presencia de un factor fijo, la producción de bienes puede ser creciente en el largo plazo debido al progreso tecnológico. Esta última idea es la tesis de Nordhaus (1992), quien agrava las consecuencias al suponer que los recursos económicos son agotables, como el gas y el petróleo entre otros, e irre recuperables, esto supondrá una disminución de la producción per cápita y detendrá el crecimiento económico.

Aunque también Norhaus (1974) establece que los recursos renovables alcanzan para continuar con el consumo por algunos miles de años. Básicamente se refiere a los recursos minerales que pueden ser extraídos del subsuelo y que los costos de extracción pueden

significar en primera instancia que los depósitos de minerales sean irrecuperables. Pero, si la inversión tecnológica avanza en desarrollar ideas más innovadoras en la extracción de los recursos, esto irá provocando que los depósitos, sobre todo de minerales, sean reservas inagotables (económicamente hablando) y se conviertan en factores fijos (Stuermer y Schwerhoff, 2017). Lo anterior, llevaría a la idea de que los límites al crecimiento económico han sido superados por los avances tecnológicos que hacen, aún a recursos agotables e irrecuperables, ser considerados, económicamente, como una cantidad de recursos subyacentes que tienden hacia el infinito conforme el grado de los depósitos tienden a cero.

Suponer que la tecnología extractiva y la inversión en R&D exhiba retornos crecientes en el crecimiento económico origina toda la literatura desarrollada en los modelos de crecimiento endógeno (Acemoglu, 2009). En la literatura del crecimiento económico y recursos naturales, muy pocas veces consideran cambios tecnológicos en su extracción, aunque existen algunos que incluyen el cambio tecnológico en la extracción de recursos no renovables como el de Fourgeaud *et al.* (1982), cuyo trabajo aborda las distintas fluctuaciones en el crecimiento para determinar cuáles se deben al cambio técnico. Tahvonen y Salo (2001) desarrollan un modelo en el que el recurso natural cambia de uno no renovable a uno renovable, haciendo énfasis en el sector energético, para ello considera un *learnig by doing* relacionado con el capital productivo y el nivel de extracción. También está el trabajo de Hart (2012), cuyo modelo describe dos fases en que la extracción y la demanda del recurso natural se asocia a un cambio tecnológico dirigido, la primera fase de su modelo describe una extracción extenuante y rápida debido al consumo, esto asocia el precio del recurso de manera constante, pero en la segunda fase, en el que el consumo se acerca al de estado estacionario, los precios se incrementan con el de los salarios. Por último, está el modelo de Stuermer y Schwerhoff (2017), quienes argumentan que el crecimiento económico causa una producción y un uso de recursos no renovables de manera creciente. El costo de producción marginal es constante en el largo plazo, así las firmas invierten en extracción tecnológica de R&D para posibilitar que los depósitos de minerales se hagan extraíbles e inagotables, lo que mantienen los precios constantes.

Lo idea anterior relaciona los modelos teóricos con la escasez del recurso natural y su extracción con el tiempo, pero es ambiguo con respecto a los precios que guardan en la tran-

sición. Los trabajos empíricos por lo general, los de muy largo plazo (Stuermer, 2014), determinan que son constantes, aunque con fluctuaciones marcadas de auges y caídas (cíclicas). Si se relaciona esta evidencia empírica de precios de algunos de los *commodities* minerales con el largo plazo, podríamos pensar que las reservas de esos recursos naturales no han variado en el tiempo, al menos no económicamente, porque los precios deberían de reflejar en mayor o menor grado la relación de la escasez y sería una tendencia marcadamente decreciente, o si se piensa en modelos de crecimiento endógeno se descarta la posibilidad de que los precios han disminuido debido a su abundancia. Cualquiera que sea la posibilidad de una tendencia creciente o decreciente en precios y a la extracción del recurso, la evidencia empírica rechaza esto, es marcada la relación de largo plazo constante. Lo anterior rechaza el argumento de Nordhaus (1992) y de Meadows *et al.* (1972) sobre las visiones neomalthusianas.

Queda sólo determinar la naturaleza y causa de las fluctuaciones de corto plazo que se pueden apreciar en las fluctuaciones que aparecen en la mayoría de los términos de intercambio de los países exportadores de materias primas y de minerales (incluye gas y petróleo, sobre todo de los países latinoamericanos y algunos africanos. Básicamente la explicación de los ciclos (auges y caídas) de los *commodities* de recursos naturales obedecen a *shocks* de demanda, a *shocks* de oferta y al sistema de inventarios que surge con las previsiones de la volatilidad que influye en las expectativas de las empresas. La evidencia empírica es contradictoria en los *shocks* de demanda y oferta. Por ejemplo, Deaton y Laroque (1996) señalan que los *shocks* de demanda son los que influyen más en las oscilaciones de los precios, por ejemplo un auge de China por adquirir estos *commodities* (Stuermer, 2014) o los requerimientos gubernamentales por políticas monetarias expansivas (Pindyck y Rotemberg, 1990); mientras que Cafiero *et al.* (2011) muestra que los *shocks* de oferta, tales como tiempo de exploración en la extracción de los depósitos, la interacción de los almacenes de forma competitiva Gustafson (1958) o carteles productores y acaparamientos gubernamentales (Stuermer, 2014) son decisivos para explicar las fluctuaciones de corto plazo de los *commodities* minerales y petroleros.

1.2. La maldición de los recursos naturales

Durante los años de 1950, se desarrolló en el mundo una tendencia a creer que los países pobres empeoraban su condición, debido a la exportación de bienes primarios y que el intercambio comercial internacional, con países que producían bienes manufacturados, hacían disminuir sus términos de intercambio. Lo anterior, hacía empobrecer más a los países en vías de desarrollo. El fundamento de este desarrollo desigual se basaba en el cambio técnico que hacía crecer la producción y a la industria en los países desarrollados, mientras que en los países exportadores de materias primas, eran extensiones de recursos para alimentar a los países del centro, por lo que dependían de la dinámica económica (Krugman *et al.*, 2018). Incluso algunos todavía fueron más lejos, ya que argumentaban que los países que basaban sus exportaciones en materias primas podían empeorar sus términos de intercambio como si estos no experimentaran un crecimiento económico, este fenómeno también fue llamado como “empobrecimiento del crecimiento económico” (se propone esta traducción al español de *Immiserizing Growth*, de Bhagwati (1958))

Por ejemplo, Bhagwati (1958) mostró mediante un modelo el surgimiento de los efectos anticrecimiento que pueden experimentar una economía. Las condiciones bajo las cuales ocurre la “empobrecimiento del crecimiento económico” son muy extremas, ya que una economía que experimenta una expansión de su producción (causada por el progreso tecnológico) puede empeorar sus términos de intercambio y desplazar el crecimiento económico. Según Bhagwati (1968), el proceso de “empobrecimiento del crecimiento económico” se puede dar por i) una diferencia en los salarios que reduce la posibilidad de crecimiento en el sector industrial; y ii) por el poder de monopolio en el comercio y por la imposición de un arancel, en los casos anteriores, reduce el consumo y con ello la utilidad social (bienestar), ocasionando una pauperización del desarrollo económico. Según Krugman *et al.* (2018), hay autores que concuerdan con el concepto de “empobrecimiento del crecimiento económico”, pero solo a un nivel teórico y no empírico. Otros tantos se inscriben en esta misma línea de pensamiento, como el caso de Prebisch (1986) y Singer (1998).

La crítica a la tesis de Prebisch (1986) se evidencia por Cuddington y Urzua (1989). Aplicando modelos de series de tiempo, contrastan el desarrollo secular en los precios de los

commodities primarios. Mediante un descomposición de las series de tiempo en tendencias permanentes o componentes seculares, por un lado y por el otro en componentes temporales o cíclicos, suponen un movimiento cíclico natural, con ello intentan determinar su duración y su amplitud. Los resultados a los que llegan son que los Términos de Intercambio si experimentan un deterioro (cambio estructural) de 1920 a 1930. Fuera de ahí, no ha habido, en términos generales, una continuación en su deterioro. Al usar unas técnicas de Beveridge y Nelson determinan que alrededor del 39 % del *shock* promedio en los Términos de Intercambio son permanentes, mientras que el 61 % restante es cíclico y se difumina en 3 años, claro en ausencia de más *shocks*. Con esto, resalta el hecho de que la tesis de Prebisch parece vigente.

Los estudios pioneros de Sachs y Warner (1995, 2001) muestran que la abundancia de los recursos naturales tiene un impacto negativo en el crecimiento. En particular, muestran que las exportaciones manufactureras disminuyen cuando aumenta en un 10 % la *ratio* de las exportaciones de recursos naturales entre PIB, esto en un modelo econométrico de datos panel para varios países en el periodo de 1970-1990.

Isham *et al.* (2005) ilustran cómo las economías basadas en petróleo, minerales y plantación de cosechas han experimentado una desaceleración sustancial en su crecimiento, seguido de auges y rupturas de los *commodities* entre 1970 y 1980. Su trabajo aclara cómo los países dependientes de recursos naturales y productos primarios son tendientes a marcar divisiones socioeconómicas, así como a debilitar la capacidad institucional. Lo anterior inhibe la posibilidad de actuar ante *shocks* de los precios y demandas internacionales. Muestran que los grupos de poder inciden en la estructura de las exportaciones, controlan los determinantes de gobernanza. También señalan que ese recurso, como café, chocolate, petróleo, entre otros, crea pobreza relativa e indicadores deficientes en el gobierno y desarrollo. Concluyen que las instituciones de los países son resultado de las dotaciones de los recursos naturales, y que esta geografía determina la estructura de las exportaciones y con ello a las instituciones. Aunque pone casos en que esto no ha sido la regla general, como Qatar. Al final posibilita la idea de que los hacedores de política económica puedan realmente influir en las instituciones, por ejemplo con mayor transparencia en la utilización de los ingresos públicos, realizar reformas de disminución de gasto público, entre otras.

También Tornell y R. (1999) se inscriben en esta última explicación de la debilidad de las instituciones. Analizan mediante un modelo, cómo múltiples grupos de poder con tasas de retorno y barreras institucionales discrecionales se apoderan de las riquezas provocados por auges en precios, debido a la demanda internacional de los recursos naturales. Este efecto voraz genera un equilibrio negativo entre el mejoramiento de los recursos primarios y el crecimiento, con respecto a la concentración de los grupos de poder. Las conclusiones son relevantes, ya que asocian la democratización de las instituciones con la pérdida de incidencia política de estos grupos de poder, así como la aparición de la competitividad y de la productividad.

Para Mehlum *et al.* (2005), países con abundantes y ricos recursos naturales constituyen ganadores y perdedores del crecimiento. Exhiben, mediante una muestra de 87 países y un ejercicio econométrico, que la calidad de las instituciones evita su maldición o no. La combinación de instituciones amenas y la abundancia de los recursos naturales conlleva un crecimiento económico lento. Los resultados se apartan de la explicación tradicional sobre la “enfermedad holandesa”, ya que permite sustituir el efecto sustitución del recurso natural por la calidad de las instituciones.

Collier y Goderis (2007) analizan la evidencia reciente de la maldición de los recursos mediante modelos de Vectores Autoregresivos (VAR), para una muestra de 80 países, durante el periodo de 1963 al 2003. Concluyen que existe una fuerte evidencia de una maldición de los recursos. Un auge de los *commodities*, tienen efectos positivos de corto plazo en el producto, pero producen efectos contrarios en el largo plazo. Los efectos de largo plazo son entendidos como una renta alta en bienes no agrícolas. Ellos encuentran que los países que se encuentran dentro de este grupo evitan la maldición de los recursos naturales si tienen instituciones fuertes. También analizan los canales de transmisión de la “enfermedad holandesa”, encuentran que la apreciación del tipo de cambio, el consumo público y privado, una extensión de deuda externa, la manufactura y los servicios explican la maldición de los recursos.

Por el lado de la teoría, Robinson *et al.* (2006), argumentan que los incentivos políticos generados por los recursos naturales son la clave para determinar el subdesarrollo de los países. En el modelo relajan la actividad de los políticos al permitir que sean autónomos de la presión social y del control, elementos posibles en la elección racional de la economía.

Posibilitan un clientelismo que explica la distribución ineficiente, al emplear políticos que en el sector público para influir en el resultado de las elecciones. También integran la extracción de los recursos naturales y estudian los incentivos políticos generados por la renta y los auges del recurso. Los resultados a los que llegan, con estos supuestos, son que los recursos llegan a ser super-extraídos por los políticos, debido a la tasa del descuento futuro en el que la probabilidad de permanecer en el poder se incrementa. Segundo, un auge de los recursos de manera permanente descuenta menos el futuro y se vuelve más eficiente la extracción del recurso. También muestran cómo esto genera una ineficiencia en el resto de la economía en la distribución de la riqueza al querer mantener el control e influir en las elecciones.

Existen explicaciones alternativas al fenómeno de la maldición de los recursos naturales. Por ejemplo, Hausmann y Rigobon (2002) desarrollan un modelo basado en la interacción de dos bloques de construcción, el primero es la especialización de los bienes no comerciables y el segundo son las imperfecciones del mercado financiero. Muestran que si el sector de bienes no comerciables es lo suficientemente grande, entonces los impactos de la volatilidad de la demanda internacional del sector de recursos naturales no modificará los precios relativos, estos son estables. Sin embargo, si el sector de bienes no comerciables es pequeño o no significativo, los *shocks* de demanda del recurso natural harán volátil el precio relativo. En este último caso, la economía se enfrenta a una tasa de interés alta y a un nivel de capital inferior y de producto en el sector no comerciable. Por lo consiguiente, si existe un aumento en el ingreso de los recursos naturales, provocados por una auge internacional, conduce a una especialización y con ello una disminución en la caída del bienestar, lo que provoca la maldición de los recursos naturales.

1.3. “La enfermedad holandesa”

El estudio de la “enfermedad holandesa” está confinado, al menos por la teoría (Corden y Neary, 1982), al análisis de un modelo con tres sectores, el sector de recursos naturales, el sector de bienes comerciables no naturales (entendido como agricultura y/o manufactura) y el sector de bienes no comerciables (entendido como el sector no comerciable de servicios, infraestructura, construcción). Este último sector no se vende en el mercado mundial, solo en

la economía nacional, mientras que el precio del sector de recursos naturales y el de bienes comerciables es fijado por el mercado mundial.

Con lo anterior, el tipo de cambio es fijado por el precio relativo de los bienes no comerciables y de los bienes comerciables. De acuerdo a Brahmhatt *et al.* (2010), existen dos relaciones que se dan con el tipo de cambio y con su apreciación. El primero es un efecto gasto, surge cuando el ingreso nacional se incrementa de un auge del sector de recursos naturales, esto acarrea una demanda agregada y un gasto superior por el sector público y privado. Esta demanda superior en el sector de bienes no comerciables, conlleva un incremento de precios y producto en ese sector. Los salarios tienden a incrementarse y los beneficios se reducen en el sector de bienes comerciables no naturales (específicamente en la manufactura), donde los precios dependen del mercado internacional y no se pueden mover arbitrariamente. La segunda relación surge con los efectos sobre la reasignación de los recursos económicos, ya que el auge internacional de los precios de los recursos naturales atraen capital y trabajo de otros sectores de la economía. Conlleva a una reducción del producto de la economía, pero sobre todo el de la reducción del producto del sector no comerciable causa que su precio se incremente, relativamente con respecto al precio del sector comerciable vendido en el mercado internacional. Este efecto es menos probable en economías con un bajo ingreso, donde la mayoría de los insumos es usado el recurso natural como un enclave y que son importados desde el exterior.

Los efectos descritos, anteriormente, generan una caída del producto relativo de los bienes comerciables no naturales (industria o manufactura) con respecto a los no comerciables (servicios y construcción), acompañados de una apreciación del tipo de cambio real, es decir un incremento en los precios relativos del no comerciable entre el comerciable. Esto es lo que se conoce como la “enfermedad holandesa”. También es conocido el primer efecto como indirecto y el segundo como directo.

Así, si un auge en la demanda del recurso natural, como petróleo o minerales, cambia la estructura productiva de las economías. En principio se esperaría que esto mejorase el bienestar de los países. Sin embargo, en el largo plazo ocasiona una contracción del sector de bienes comerciables no naturales. Los hacedores de política económica deben estimular el crecimiento económico mediante algunos de los mecanismos de transmisión de la “en-

fermedad holandesa” o en su caso mediante la implementación de una política de cambio tecnológico (externalidad positiva) que estimule todos los sectores de la economía.

Como se ha relatado en las secciones 1.2 y 1.3, los datos empíricos para medir la maldición y la “enfermedad holandesa”, son poco concluyentes para corroborar alguna de la afirmaciones. Los datos también deberían dar razón suficiente para medir el encogimiento del sector comerciable en el largo plazo, Chenery y Syrquin (1975), por ejemplo, realiza una estimación del tamaño del sector comerciable para países con abundancia del recurso natural y para los poco abundantes. Para ello utiliza una norma del tamaño del sector para todos los países en el tiempo. Después de controlar el ingreso per cápita, la población y la tendencia en el tiempo, encuentra que existe una relación positiva entre el cambio logarítmico de los términos de intercambio y el cambio logarítmico del tipo de cambio real efectivo para ambos países, los abundantes en recursos naturales y los poco abundantes. Establecen que los países ricos en recursos naturales son aquellos que representan el 30 % de su PIB, mientras que los poco abundantes representan en promedio menos del 15 % de su PIB, aproximadamente. Pero esto en la mayoría de los países exportadores de productos primarios no es cierto, cada uno de ellos, de forma particular determina si se trata de un país productor de bienes comerciables basados en recursos naturales o manufactureros.

1.4. Implicaciones de “la enfermedad holandesa” en el crecimiento económico

En términos generales, cualquier incremento en la riqueza proveniente del descubrimiento de un recurso natural o de incremento permanente en los términos de intercambio, produce un nuevo estado estacionario, acompañado de un incremento en el ingreso y en el consumo, tanto de bienes comerciables y no comerciables. Con lo anterior, dependiendo de las políticas que implementen los gobiernos a partir de las rentas generadas por estos ingresos supervervientes, pueden invertir en bienes públicos o en otra forma de gasto que mejore el crecimiento económico.

Por ejemplo, Gelb y associates (1988) concluye que para los países de Europa y los Estados Unidos existe evidencia de que las actividades generadoras de rentas altas ha proveído

1.4. IMPLICACIONES DE “LA ENFERMEDAD HOLANDESA” EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO

de un importante estímulo al desarrollo económico. Por otro lado, la “enfermedad holandesa” también se relaciona directamente con el empleo. En este caso Ismail (2010) encuentra, en una muestra para todos los países exportadores de petróleo de 1977 a 2004, que un incremento en los precios del petróleo impactan negativamente al sector manufacturero (verifica la “enfermedad holandesa”); en países que operan en un mercado de capitales abierto, tienen un fuerte impacto las ganancias extraordinarias, con el auge de los precios; el precio relativo del capital y de la intensidad del capital en la manufactura se aprecia, mas o menos en la misma proporción en el que aparecen las ganancias extraordinarias; y por último, el sector manufacturero con una intensidad de capital más alta es menos afectada con las ganancias extraordinarias, debido a que es absorbida en el sector comerciable más intensivo de trabajo.

En cambio, hay una tradición, menos abordada, que argumenta (Acemoglu, 2009) que las ganancias que reflejan las exportaciones de productos primarios viene acompañada de un desarrollo económico paralelo, basado en las cualidades que siempre articulan al crecimiento económico, es decir la presencia de una externalidad positiva, por algún efecto como un aprendizaje por la práctica o retornos crecientes a escala, por citar algunos. Como argumentan Brahmabhatt *et al.* (2010), la mayoría de los economistas no han tratado de demostrar cómo la presencia del crecimiento endógeno en el sector comerciable tiende a aminorar los efectos de la “enfermedad holandesa”.

1.4.1. Sobrevaluación del tipo de cambio

Como se abordó en la sección 1.3, el tipo de cambio real es una parte en la que se manifiesta la “enfermedad holandesa”. La evidencia empírica proveída por Razin y Colin (1997), incluye una muestra grande para países desarrollados y subdesarrollados, explora las divergencias entre la tasa de cambio real y el crecimiento económico. El marco que introduce rigideces en el precio de corto plazo y muestra que una solución para la tasa real de cambio puede descomponerse en precios completamente flexibles y en desviaciones de su tasa natural. Estas diferencias, sobre todo en países industrializados y en países menos desarrollados (enfocados a la exportación de recursos naturales) esta relacionado con el crecimiento económico. Las sobrevaluaciones altas que se hagan de la tasa real de cambio están asociados con una tasa de crecimiento económico lenta, como en los países industrializados; mientras

que las subvaluaciones moderadas de la tasa real de cambio están asociadas con una tasa de crecimiento económico muy alta, como países especializados en materia primas.

1.4.2. La volatilidad como un mecanismo de transmisión

En el mercado internacional, los precios de los productos primarios presentan una mayor volatilidad que los precios de los productos manufacturados. Una explicación es manifestada por Williamson (2008), quien resalta que los precios y las ganancias de los recursos naturales son mas volátiles por la oferta sumamente elástica que presentan en el corto plazo la extracción de los recursos naturales. El tipo de cambio flotante debe verse como un precio de un activo que está determinado en un nivel que podría igualar el flujo de demanda y la oferta del tipo de cambio en moneda extranjera, por lo tanto el tipo de cambio flotante dependerá de lo que ocurra en el futuro y de lo que ha ocurrido en el pasado. Tomando esto en cuenta, entender el mercado de intercambio permite elegirla mejor estrategia para enfrentar la “enfermedad holandesa”. En la “enfermedad holandesa”, los habitantes del país exportador de recursos naturales tienen un efecto que mejora sus ingresos, esto origina que importen más y que exporten menos, el mecanismo que explica esto es una apreciación del tipo de cambio real. También establece que si el gasto de los gobiernos productores de materias primas está relacionado fuertemente con las ganancias del recurso exportable, entonces también sufrirán la volatilidad que les ocurra en los mercados internacionales.

También Loayza *et al.* (2007) establece que la volatilidad que presentan los países subdesarrollados, sobre todo los que exportan materias primas, es una preocupación importante. La inestabilidad macroeconómica resulta de *shocks* externos impulsados por la gran demanda internacional de recursos naturales, de rigideces microeconómicas y de instituciones débiles. Concluye que la volatilidad tiene un efecto adverso sobre el crecimiento del ingreso y del desarrollo económico.

1.4.3. El endeudamiento

El argumento de Manzano y Rigobon (2001) asegura que la “enfermedad holandesa” se debe al endeudamiento que generan los gobiernos al encontrarse un recurso natural. Es un

daño colateral que surge para financiar proyectos de inversión o consumo gubernamental y que debido a la volatilidad de los precios articula una deuda creciente. En su trabajo encuentra que la mayoría de los trabajos econométrico que relacionan la “enfermedad holandesa” con el PIB es que podrían depender de los factores que están correlacionados con exportaciones primarias, pero que han sido excluidas en las regresiones, sobre todo de paneles al incluir efectos fijos. También, el PIB total incluye la producción en el sector de recursos naturales que ha ido disminuyendo de 1970 a 1990. Sus resultados indican que la llamada maldición de los recursos naturales podría estar relacionada con una deuda sobresaliente, analizando el caso de México. En 1970, cuando el precio de los *commodities* era alto, países con abundantes recursos naturales los usaron como colaterales para la deuda. En 1980, esos mismos países atestiguaron una caída importante en los precios que condujeron a estos a crisis con y por las deudas contraídas.

1.4.4. La política fiscal y monetaria

La relación de la gobernanza y las instituciones convergen en el crecimiento económico (Acemoglu, 2009). Pero, la relación de las ganancias extraordinarias con grupos o élites de poder (Sala-i-Martin y Subbramanian, 2003), deterioran la gobernanza. Pero también, es posible que las instituciones dirigidas por un gobierno no corrupto o bien dirigido pueda administrar la riqueza que proviene de las exportaciones de recursos naturales, sin que se presente la “enfermedad holandesa”. Tarea de esta formas de articular las instituciones para beneficio de un país es la política económica, en sus dos vertientes, la monetaria y la fiscal.

La política monetaria radica en el tipo de cambio que adopten los gobiernos. Si los países adoptan un régimen flexible, será más fácil administrar y controlar las ganancias extraordinarias que surjan de las exportaciones de los recursos naturales (Collier y Goderis, 2007). Otro mecanismo monetario, estudiado por Frankel (2010a) es el mecanismo de la inflación por objetivos. En su trabajo muestra que seleccionando un objetivo que incluya un índice de precios específico basado en una participación de los *commodities* de exportación podría ser más apropiado para controlar la apreciación del tipo de cambio real. Establece que un objetivo en el precio del producto generalmente realiza un mejor trabajo de estabilización del precio doméstico real de los bienes comerciables que el objetivo del Índice de Precios

al Consumidor. Los objetivos del Índice de Precios al Consumidor de Brasil, Chile y Perú responden a incrementos en los precios mundiales del petróleo importado, con una política monetaria que es lo suficientemente estrecha para apreciar su dinero corriente, una propiedad no deseable. Un objetivo del Precio del Producto del país, respondería a incrementos en los precios mundiales de sus exportaciones de *commodity* por la apreciación, una propiedad deseable.

En cambio, la política monetaria ha sido más ampliamente estudiada. Por ejemplo Gelb y associates (1988), proponen que la política fiscal es el instrumento para reducir la magnitud de los efectos de la “enfermedad holandesa”, la razón es que puede aumentar la riqueza de forma permanente y restringir el efecto gasto, ello reduciría la volatilidad con un consumo suavizado. El consumo suave en el tiempo hará que se separen los ingresos de los recursos naturales. Con la introducción del ingreso de los recursos naturales se puede dirigir el gasto más eficiente al elegir una “regla de oro” con el ahorro y reservarlo para algún fondo. Aunque la administración de los ingresos no requiere algún fondo especial, el fondo se puede destinar para reducir la volatilidad, restringir el efecto sobre el gasto o invertir en el crecimiento futuro. Concluyen que un fondo simple y transparente puede resolver un problema tan grave como la “enfermedad holandesa”.

Otra de las formas más comunes de incidir en el efecto ingreso de la “enfermedad holandesa” es mediante una política tributaria agresiva que inhiba la reasignación de recursos. Collier *et al.* (2009) proponen que una tasa impositiva adecuada, sin que merme demasiado las ganancias y sobre todo en países subdesarrollados, permitiría frenar la movilidad de trabajo y de capital hacia el sector exportador rentable (de bienes primarios), así el sector comerciable que no incluye los bienes de recursos naturales podría mejorar su productividad paralelamente al sector exportador. Los recursos que se obtuvieran de los ingresos supervenientes podrían destinarse a fondos o coberturas de riesgo, por un lado, y por el otro a tratar de generar más inversión extranjera o invertir en capital humano (Corden y Neary, 1982).

Por último, una política de gasto bien dirigida podría aminorar los impactos de la “enfermedad holandesa”. El gasto que se haga, por ejemplo en la política que asegura la demanda de importaciones, la liberalización comercial, el mejoramiento de la productividad (inversión en transporte, logística de en infraestructura, inversión en capital humano, habilidades de en-

trenamiento, absorción de tecnología extranjera e innovación), ayudaría a disminuir el efecto gasto. Para ello, las políticas encaminadas a reducir la demanda de importaciones reduciría la presión de la demanda del sector no comerciable nacional y reduciría la “enfermedad holandesa”. Sin embargo, y siguiendo a Brahmabhatt *et al.* (2010), el gasto debe tener un limitante, especialmente en países con un bajo ingreso, ya que no se podrá recuperar la inversión realizada y se generará un endeudamiento inviable para el crecimiento económico.

1.5. La bendición de los recursos naturales

Lederman y Maloney (2003) investigan el impacto de la estructura económica comercial, básicamente la especialización, la concentración de las exportaciones y el comercio industrial en el crecimiento económico. Ellos encuentran que sin importar la técnica econométrica de estudio, las variables que definen la estructura comercial son importantes determinantes en la tasa de crecimiento y que deben considerarse en las regresiones que se hagan para medir el impacto del crecimiento económico de un país. También descubren que la abundancia de los recursos naturales esta relacionada positivamente con el crecimiento económico, y que esto surge por un potencial del crecimiento de la productividad.

Basan su estudio en el argumento de que los recursos naturales no están asociados con una acumulación de capital humano y físico relativamente bajo, con un crecimiento económico menor que países industriales y con menor derramamiento de tecnología hacia los productos primarios o de extracción. También rechazan la tesis de Prebisch (1986) y critican el argumento de Sachs y Warner (1995, 2001), en el sentido de que la exportación neta de los recursos naturales es significativa al 10 % de la concentración de las exportaciones y del comercio intra-industria. Para ello, usan un modelo de datos panel y una medida de la abundancia de los recursos naturales como la exportación neta de los recursos naturales por trabajador. Al final encuentran que la relación es positiva con el crecimiento económico.

En otro trabajo, Lederman y Maloney (2008) se preguntan si realmente existe la “maldición de los recursos naturales”, argumentan que esto se originó por la tesis de Prebisch (1986). En este trabajo se indica que la evidencia en la maldición es débil, ya que el indicador de los términos de intercambio, así como otras variables *proxies* son débiles por no

capturar realmente la intensidad de las exportaciones de productos primarios o recursos naturales, incluso, que las manipulaciones técnicas que se han usado no son las adecuadas para concluir la maldición. Manifiestan que el efecto negativo de los recursos naturales sobre el crecimiento económico podría ser debido a la heterogeneidad internacional en los recursos naturales que podrían no estar relacionados a sus dotaciones relativas, o hacia la incapacidad del análisis econométrico basado en los datos internacionales para capturar los procesos históricos. En cambio, proponen a las exportaciones netas por trabajador como mejor variable *proxy*. Concluyen que no hay evidencia de la maldición de los recursos naturales, salvo el de la incidencia gubernamental, de hecho, encuentran que hay un efecto positivo de los recursos naturales hacia el crecimiento económico, lo que no es posible determinar es la interacción entre capital humano e innovación en el sector extractivo o de recursos naturales.

Por su parte, Spatafora y Warner (1995) investigan el impacto que producen los términos de intercambio externos en el crecimiento económico y el desarrollo de los movimientos de largo plazo de dieciocho países exportadores de petróleo para el periodo de 1973 a 1989. Analizan los datos con una muestra econométrica que usa datos panel. La evidencia arroja que *shocks* permanentes en los términos de intercambio producen un efecto significativo en la inversión, ya que importan más capital. Los *shocks* también tienen un efecto significativo y positivo sobre el consumo, debido a que el gobierno responde paralelamente al consumo privado. Concluyen que hay un efecto positivo en el producto de todas las categorías de los bienes no comerciables, sin que aparezca la “enfermedad holandesa”, ya que la agricultura y la manufactura no se contraen por la expansión de los precios del petróleo, suponen que las políticas inducidas por los gobiernos restringen al sector petrolero o quizá debido al “enclave” natural de la industria petrolera que no participa en el mercado de factores doméstico.

También Lederman y Colin (2001) presentan resultados econométricos acerca de los determinantes de la estructura comercial y de la intensidad del comercio entre los países y el tiempo. El objetivo es contribuir a la literatura existente en algunas dimensiones. Primero, el documento provee nuevos estimadores de los determinantes de las trayectorias del comercio usando datos panel. La mayoría de los estimados dependen puramente de datos cruzados de los países. Segundo, se estima la dependencia de datos paneles no lineales de las ventajas comparativas y de la intensidad del comercio. Estos estimadores controlan la determinación

simultánea de la intensidad del comercio (esto es, el nivel de las exportaciones netas por trabajador) conjuntamente con una versión no lineal del modelo de ventajas comparativas. Más específico, en su trabajo se modela la intensidad de las exportaciones como un modelo de selección. Esto es, las características específicas del país o la dotación de factores determinan las ventajas comparativas (presentado por la condición de tener exportaciones netas positivas) y con ello el tamaño de los mercados domésticos y extranjeros, el ambiente macroeconómico, los costos de transacción, y las instituciones determinan la intensidad de las exportaciones. Sin embargo, se permitió a los estimadores variar la intensidad del comercio en las sub-muestras del país importador y exportador. Algunas variables explicativas están agrupadas dentro de índices compuestos para reducir el problema causado por la multicolinealidad de variables explicativas. Cuarto, las variables explicativas están limitadas a algunos grupos de variables que tienden a ser específicas de los países, o al menos parecen ser variables que no son lo suficientemente móviles entre los países, incluyendo la infraestructura doméstica (caminos, ferrocarril), conocimientos (patentes, gasto doméstico en investigación y desarrollo, el número de trabajadores técnicos), y los efectos vecindad (el tamaño de los mercados vecinos). Concluyen que la evidencia de las dotaciones de los países, capital, trabajo, tierra, recursos naturales, entre otros, juega un papel importante en la tendencia de los países, pero no implican su destino, ya que se tiene control sobre la economía o sobre las entidades políticas y con ello cambiar la vulnerabilidad de la dependencia de los recursos naturales.

Por otro lado, Gelb y associates (1988) relatan que el precio mundial del petróleo se ha incrementado desde 1973, esto ha influenciado a países industrializados, en desarrollo, a importadores y exportadores de hidrocarburos. Intentan determinar mediante estudios de casos, para Algeria, Ecuador, Indonesia, Nigeria, Trinidad y Tobago y Venezuela, qué papel jugó la fluctuación de los precios del petróleo en esas economías. Ya que son diferentes en dotaciones iniciales, población, recursos humanos y sistemas políticos, se intenta saber cómo las exportaciones del petróleo y sus derivados influyó en el crecimiento económico de las economías. Básicamente definir cómo administraron las ganancias inesperadas del auge de los precios del petróleo, para determinar si este recurso natural es una maldición o una bendición. Concluyen que la evidencia empírica es débil en el sentido de causalidad en tratar a los recur-

Los recursos naturales como maldición, dependerá de las políticas públicas aprovechar los auges y con ello invertir de mejor manera en bienes de capital para aminorar la aparición de la “enfermedad holandesa” y potencializar la industria a través de mejoramientos sustanciales de capital humano. Este documento es importante en dos sentidos, el primero es que ya no es posible asociar directamente la abundancia de los recursos naturales con una maldición o bendición por sí misma, existe por lo menos una variable omitida. La segunda es que el peso de las políticas gubernamentales, ya sea fiscales o monetarias influyen en la administración de los recursos naturales y esto podría, si es bien dirigida, potencializar el crecimiento económico.

Es en esta tendencia que Collier *et al.* (2009) señalan que una administración eficiente de los ingresos provenientes de la exportación de los recursos naturales, en países donde existe escasez de capital físico y humano (economías en desarrollo), mejorarían sustancialmente su crecimiento económico. Dos aspectos importantes deben de tomarse en cuenta en los ingresos de los auges del precio de los *commodities*; primero, son derivados del agotamiento finito de un *stock* de recursos temporales; y segundo, el precio de los *commodities* es muy volátil en el mercado internacional. Ambos aspectos, el agotamiento y la volatilidad presentan un consumo nacional creciente. Collier *et al.* (2009) recomiendan que en economías en desarrollo donde el capital es escaso, los ingresos derivados de las ganancias extraordinarias por los auges de los *commodities* deben invertirse en el país, en vez de adquirir activos financieros externos. Concluyen diciendo que las políticas gubernamentales deben ir orientadas a sustituir la adquisición de activos financieros externos por deuda pública, que transformará esos ingresos en inversiones, infraestructura, transporte, comunicaciones y capital humano que mejore a su vez la inversión pública y privada. Lo anterior hará disminuir el efecto de la “enfermedad holandesa” sustituyendo el efecto de la inversión industrial por inyección directa al sector privado en inversiones.

El periodo de la posguerra fue un periodo importante para muchos países del mundo, la mayoría de ellos llegó a ser independiente y el desarrollo económico marcó la agenda política internacional. Un seguimiento puntual de 1950 a 1970 para cientos de países en ese periodo es realizado por Chenery y Syrquin (1975), quienes intentan identificar las características en común de las trayectorias de cambio mediante un análisis de series de tiempo y de secciones cruzadas. Al comparar las trayectorias inter-países e intertemporales, responden a algunas

preguntas importantes, dejadas sin contestar en otros estudios. Para lograr cubrir de manera general las distintas características del desarrollo, seleccionaron 27 variables que incluyen información social y económica del Banco Mundial para un gran número de países. Esas variables describen diez procesos básicos de acumulación, asignación de recursos y distribución del ingreso. El análisis de esos procesos sugiere que los hechos estilizados del desarrollo son utilizados en probar las hipótesis teóricas como el análisis político, sobre todo de los países en desarrollo. Sus resultados estadísticos exhiben una tendencia de un crecimiento rápido de países exportadores de materias primas y de recursos naturales, acompañado de desarrollo social y de mejoramientos en los estándares de vida para esos países. Concluyendo que existe una relación positiva entre recursos naturales y desarrollo económico.

1.6. Conclusiones

La idea de que países con abundancia de los recursos naturales, resulta atractiva desde un punto de vista empírica y teórica. Se ha abordado en este capítulo una perspectiva simplificadora de considerar a los países productores de recursos naturales, bienes primarios, exportadores de materias primas y países de la periferia a los mismos, al considerar de manera generalizada esta actividad económica. También se ha establecido, que el comportamiento de los llamados recursos agotables o no renovables, podrían equipararse, por un sentido netamente económico, a los recursos renovables. Es más, resalta el hecho de que el comportamiento de largo plazo de los recursos no renovables es igual que el de los renovables o productos primarios, de sectores como el forestal, pesca, agrícola, etcétera, debido a dos circunstancias económicas que hay que considerar. La primera es que los yacimientos, en general las reservas de los recursos no han variado en los últimos dos siglos, aún cuando ciertas reservas se hayan agotado, la tasa de descubrimientos ha proliferado demasiado que se consideran constantes; y segundo, los precios de los recursos no renovables, aun cuando presentan una volatilidad considerables en ciertos periodos de muy corto plazo, en el largo plazo no han variado demasiado.

Dada a variabilidad de la realidad, países aún compartiendo la misma geografía, recursos naturales, y compartiendo parte de su idiosincrasia, no proyectan a sus ciudadanos la misma

situación de bienestar. Quiere decir que el crecimiento y sus tasas pueden variar significativamente por las actividades económicas, pero sobre todo por las políticas que adoptan sus distintos gobiernos.

La afectación que tenga un país por el descubrimiento de un recurso natural, dependerá básicamente de dos elementos, de los precios determinados por el mercado mundial y por las políticas internas de aprovechamiento y re-orientación sectorial que se propongan. La mayoría de los trabajos que aquí se han analizado apuntan a que la abundancia de los recursos naturales, *per se*, generan una especie de maldición para el país que fue asignado con esas dotaciones iniciales.

Es así como en este capítulo se estudia la evidencia, tanto empírica como teórica, que relaciona la abundancia de los recursos naturales con la posible maldición o bendición que acarrearía poseer ese recurso. La mayoría de los trabajos relaciona a los términos de intercambio como la mejor medida de relación entre el nivel de exportaciones primarias y el de importaciones manufactureras, y el crecimiento económico como medida del Producto Interno Bruto (PIB). También se relaciona la posibilidad de que esa maldición sea originada por causas políticas y causas económicas.

La maldición de los recursos naturales es originada por las instituciones. Es una de las afirmaciones ampliamente comentada por las investigaciones económicas y que relatan, sobre todo, la historia de la mayoría de los países africanos y algunos latinoamericanos. Son estas instituciones, también, las que orillaron a Prebisch (1986) a establecer parte de la resistencia de los trabajadores y de los productores a disminuir su ingreso en épocas de crisis en los países del centro. Basado en los supuestos de una asignación asimétrica de los frutos del progreso tecnológico entre países del centro y de la periferia, la existencia de ciclos reales económicos, Prebisch deduce que los términos de intercambio han sido y serán desfavorables para los países exportadores de los recursos naturales, mientras que para los exportadores de manufacturas, se han visto beneficiados. Con esta explicación, llega al resultado natural que el subdesarrollo es originado por estas instituciones manifestada en agrupaciones laborales para los países del centro y ausentes en los de la periferia.

Prebisch no es el único que colocó la explicación de los términos de intercambio en ese rumbo. Recientemente ha proliferado la idea de que los grupos de poder que controlan o son

parte del estado influyen en las decisiones de política o determinan las instituciones que han inhibido el reparto de estas ganancias con sus ciudadanos. El saqueo y el apetito voraz de las ganancias extraordinarias es la explicación de estos grupos para seguir manteniendo esta especie de clientelismo, por ejemplo en las elecciones o en la falta de democratización en la toma de decisiones. Es aquí donde radica la maldición, en la consideración racional y en las instituciones débiles que permiten la proliferación de, nuevamente, organizaciones que controlan sus ingresos.

Otra explicación, no del todo apartada de la anterior ya que podemos considerar al sistema financiero como parte de las instituciones. El argumento central de esta visión es que si los mercados financieros funcionan oportunamente y es lo suficientemente grande, la influencia de los auge internacional del recurso natural, no modifica la relación de precios relativos entre los bienes comerciables y no comerciables. Si fuera el caso contrario, es decir un sistema financiero pequeño y no eficiente, como en los países de la periferia, el sistema financiero no podría amortiguar los impactos de los auges y contracciones de recursos naturales, generando así una especie de maldición en términos de producto e ingreso a los países caracterizados por una exportación primaria.

Una última explicación de la maldición está basada en un sentido más económico. Con el trabajo pionero de Corden y Neary (1982) se pone especial énfasis en dos efectos que acarrearía la denominación de “enfermedad holandesa”. El resultado sería una disminución de la asignación de factores e ingresos del sector comerciable que no está confiando a la producción de recursos naturales, como la industria o la manufactura, por la movilidad hacia el sector más rentable. Lo anterior, derivado de un incremento de los términos de intercambio ocasionado por un auge internacional. Los efectos en los que se manifiesta la “enfermedad holandesa” son dos, un efecto de sobreapreciación del tipo de cambio y el otro en la reasignación directa de los factores e ingresos.

Las implicaciones de la “enfermedad holandesa” en el crecimiento económico también están bastante desarrolladas en la literatura económica. Uno de ellos, como ya se mencionó en los efectos, es la sobrevaluación del tipo de cambio real. Otro es la volatilidad de los precios de los mercados internacionales de los *commodities* y por último el endeudamiento.

Hablar de la relación de recursos naturales y crecimiento económico, es también consi-

derar que algo se está haciendo bien, es decir, que los países han seguido reglas de política monetaria o fiscal que redundan en el crecimiento económico. La administración gubernamental eficiente, sea por instituciones fuertes o mecanismos que hagan seguir la pautas internacionales, permite aprovechar el auge exportador de recursos primarios en beneficio de la ciudadanía. Ésta también es una hipótesis muy tradicional, en el sentido de que se puede incidir en el tipo de cambio para aminorar el impacto de la variación de los precios internacionales de los *commodities*, en reglas fiscales de adquirir seguros o fondos de contención, prevención o de recuperación, que hacen incrementar el ingreso y producto en periodos de crisis, en reglas de tributación para contener la reasignación de recursos y frenar la movilidad del sector menos rentable al sector más rentable.

Sea lo que hayan hecho estos países en materia de política fiscal o monetaria, los resultados, tanto teóricos como empíricos, determinan una bendición por los recursos naturales. Y la mayoría de la literatura se enfoca en ello, en resaltar algunas de las formas de administrar la bonanza de las economías por el recurso. En cambio, hay poca literatura que explica, en el sentido de la teoría del crecimiento económico endógeno, ya sea la bendición o la disminución de la “enfermedad holandesa”. La explicación basada en una externalidad positiva hace posible inyectar la capacidad para fomentar la industria y con ello exista la posibilidad de mejorar el bienestar de las personas, sin descuidar los demás sectores de la economía y sin adoptar políticas tan agresivas y adicionales.

Capítulo 2

Agricultura, términos de intercambio y crecimiento económico¹

2.1. Introducción

El dinamismo de una economía con un sector exportador importante de materias primas agrícolas no elaboradas está fuertemente influenciado por los movimientos de los precios mundiales de sus productos primarios. Así un fuerte aumento en el precio de su bien primario de exportación producirá una reasignación de recurso hacia el sector primario, una apreciación del tipo de cambio real, una desindustrialización y un obstáculo para el crecimiento económico, a este efecto se le conoce como la enfermedad holandesa (principalmente para materias primas no-renovables). En particular, si consideramos únicamente los bienes comerciables, exportables e importables, un aumento en el precio de su bien primario de exportación producirá que los recursos fluyan hacia el sector primario a costa del sector manufacturero importador. En consecuencia, el sector manufacturero perderá trabajo, capital y producto, a esto se le conoce por Corden y Neary (1982) como desindustrialización directa porque es independiente del tipo de cambio real (véase Ros (2011)).

Algunos estudios empíricos muestran la existencia de una relación negativa entre abundancia de recursos naturales y crecimiento económico. Así, Sachs y Warner (1995) afirman

¹Este capítulo ya fue publicado en Casares *et al.* (2014) y es la base de los demás capítulos de este trabajo. Agradezco a los coautores de la publicación por el permiso otorgado para reproducirlo aquí.

que las economías con abundancia de recursos naturales han crecido menos que las economías con escasos recursos naturales (véase también Sachs y Warner (2001)). Además, Sala-i-Martin *et al.* (2004) muestran una relación robusta y negativa entre la fracción de exportaciones primarias, respecto al total de las exportaciones y el crecimiento económico, pero también señalan una relación robusta y fuertemente positiva entre la participación de la minería respecto al PIB y el crecimiento económico. En contraste, Lederman y Maloney (2007) analizan el impacto que tiene la estructura comercial, esencialmente la especialización en recursos naturales, sobre el crecimiento económico. Los resultados de su investigación indican que las variables del comercio afectan al crecimiento, y en particular, para el caso de los recursos naturales no encontraron resultados robustos para afirmar que la abundancia de recursos naturales tenga un impacto negativo sobre el crecimiento económico.

Así, se afirma que los recursos son una maldición, en vez de ser una bendición. Alternativamente, para explicar la maldición de los recursos naturales, Sala-i-Martin y Subbramanian (2003) muestran que el desarrollo institucional es bajo en los países que poseen abundantes recursos naturales no-renovables. En consecuencia, el pobre crecimiento económico se debe a una mala calidad institucional. En particular, aseveran que la maldición de los recursos naturales para Nigeria se debe más a la corrupción del petróleo que a la enfermedad holandesa. También, la maldición de los recursos puede actuar a través de la lucha interna por la propiedad de los recursos (véase Caselli (2006)). Asimismo, Ploeg (2007) afirma que muchos países abundantes en recursos naturales han tenido un mal desempeño económico por instituciones deficientes, por la falta del estado de derecho y por restricciones al comercio internacional, en particular África. Finalmente, Frankel (2010b) señala que la maldición de los recursos naturales no es una regla al fracaso, todo depende de las políticas a seguir, como fondo de materias primas transparentes, reglas fiscales y monetarias apropiadas para manejar los ingresos provenientes de los recursos naturales, entre otros².

En la literatura teórica se han desarrollado modelos con dos sectores para estudiar la relación entre el sector primario y el crecimiento económico. Así, Roldos (1991) afirma que los modelos con factores específicos, donde el bien importado es acumulado o consumido, caracterizan propiamente la estructura productiva de muchos países en desarrollo exportado-

²Para un estudio sobre los recursos naturales en América Latina y el Caribe, véase Sinnott *et al.* (2010).

res de materias primas. En consecuencia, desarrolla un modelo con dos sectores, en donde la producción en el sector exportador usa tierra y trabajo y la producción en el sector importador utiliza capital y trabajo. También Guilló y Perez-Sebastian (2010) presentan una economía mundial que está compuesta por una gran número de economías pequeñas, en donde cada economía tiene dos sectores, agrícola y no agrícola. La producción en los dos sectores emplea tierra, capital y trabajo. Ellos enuncian que la tierra afecta positiva o negativamente al nivel de ingreso de largo plazo, dependiendo de la elasticidad de los factores (véase también Guilló y Perez-Sebastian (2007)). Finalmente, Ploeg (2011a) estudia la enfermedad holandesa en una economía dependiente con acumulación de capital. El concluye que los ingresos inesperados de los recursos naturales pueden dar lugar a una pro-industrialización vía efecto Rybczynski (véase también Ploeg (2011b)).

Para estudiar la desindustrialización directa y de cómo la política tributaria lo puede evitar, en este capítulo, se desarrolla un modelo de crecimiento para una economía pequeña y abierta, con dos sectores. La estructura productiva presentada en Roldos (1991) es utilizada. En consecuencia, existe un sector exportador de materias primas agrícolas no elaboradas y otro manufacturero importador. La función de producción del sector agrícola tiene rendimientos constantes a escala, utilizando un factor fijo (tierra) y trabajo. La función de producción del sector manufacturero posee rendimientos constantes a escala, usando capital y trabajo. La función de producción del sector manufacturero posee rendimientos constantes a escala, usando capital y trabajo. La producción del sector agrícola es consumida y exportada. El sector manufacturero produce el bien importable que puede ser consumido y acumulado. Para manejar auges en el sector agrícola, el gobierno impone un impuesto a la producción en el sector agrícola. La recaudación tributaria es distribuida a los hogares por medio de una transferencia de suma fija. Los hogares ahorran una fracción constante de su ingreso disponible. La deuda externa es igual a una fracción de capital físico. El modelo no tiene dinámica de transición.

Se muestra, en el estado estacionario, que cuando los términos de intercambio aumentan (el precio mundial del bien agrícola exportable aumenta), el salario en la agricultura (valor del producto marginal del trabajo en el sector agrícola) momentáneamente es mayor que el salario en la manufactura, así el trabajo fluye instantáneamente al sector agrícola, igualándose

nuevamente los salarios. Asimismo, al perder trabajo el sector manufacturero, el acervo de capital físico en el sector disminuye, acompañado por un aumento en la proporción deuda a capital. Como en el modelo no se consideran bienes no-comerciables, ni tipo de cambio real, la disminución del trabajo manufacturero, de acervo de capital y de la producción manufacturera es lo que Corden y Neary (1982) llamaron desindustrialización directa. A esta desindustrialización, el gobierno responde con un aumento en el impuesto a la producción en el sector agrícola, entonces el salario en la agricultura momentáneamente es menor que el salario en la manufactura, produciendo que el trabajo aumente instantáneamente en el sector manufacturero. También, el acervo de capital aumenta³. Del mismo modo, el ingreso nacional bruto aumenta, acompañado por una disminución en la proporción deuda a capital. Por lo tanto, el gobierno revierte la desindustrialización. Además, para ilustrar el funcionamiento del modelo, se estudia el caso de la economía colombiana. Se observa que en los años setentas el precio del café tuvo un incremento. Este aumento estuvo acompañado transitoriamente con una bajo crecimiento en la manufactura. Algunos autores interpretan esto como que Colombia experimentó la enfermedad holandesa. Asimismo, la tasa de crecimiento del producto interno bruto disminuyó. Sin embargo, se muestra cómo el café pierde participación en las exportaciones y el petróleo y otros productos primarios aumentan su participación. En consecuencia, la economía de Colombia continúa expuesta a súbitos incrementos, o decrementos de los precios de las materias primas.

El capítulo está organizado de la siguiente manera. En la sección 2, se desarrolla un modelo de crecimiento de una economía pequeña y abierta. En la sección 3, se presenta la solución en el estado estacionario. En la sección 4, se estudia un aumento en los términos de intercambio y la respuesta del gobierno en el estado estacionario. En la sección 5 se estudia un caso clásico de la enfermedad holandesa. En la sección 6, se dan las conclusiones.

³Para un trabajo sobre el manejo macroeconómico por el auge de las materias primas en África y América Latina, véase Avendaño *et al.* (2008).

2.2. El modelo

La economía es pequeña y abierta al comercio internacional de bienes y activos, con dos sectores. Un sector exportador de materias primas agrícolas no elaboradas y otro manufacturero importador. En consecuencia, se tiene que el precio del bien exportable agrícola, del bien importable manufacturero y la tasa de interés están dados por el mercado mundial. La función de producción del sector de agricultura posee rendimientos a escala, usando capital y trabajo. La producción agrícola es consumida y exportada. La función de producción del sector de manufactura tiene rendimientos constantes a escala, usando capital y trabajo. Parte del capital es financiado por el mercado mundial. El bien importable puede ser consumido o acumulado. El gobierno impone un impuesto a la producción al sector de agricultura. Los ingresos tributarios son distribuidos a los hogares por medio de transferencias de suma fija. Los hogares ahorran una fracción constante de su ingreso disponible. Existe libre movilidad del trabajo entre los sectores.

2.2.1. El sector exportador de materias primas agrícolas no elaboradas

Las empresas en el sector agrícola son perfectamente competitivas. En consecuencia, la función de producción de la empresa representativa es:

$$Y_A = A_A F^\alpha L_A^{1-\alpha} \quad (2.1)$$

donde Y_A es la función de producción en el sector agrícola, A_A es la productividad del sector, F es un factor fijo, en nuestro caso tierra, L_A es el trabajo empleado en el sector, α es la participación de F en Y_A y $1 - \alpha$ es la participación de L_A en Y_A . Se define a P_A como el precio mundial constante del bien agrícola y a P_M como el precio mundial constante del bien manufacturero. Se considera a P_M como el numerario ($P_M = 1$). Así, el precio relativo del bien agrícola en términos del bien manufacturero o términos de intercambio, está definido como $p_A = P_A/P_M$. La empresa representativa maximiza los beneficios $\pi_A = p_A A_A F^\alpha L_A^{1-\alpha} (1 - \tau) - w_A L_A - R_F F$ donde τ es la tasa del impuesto sobre la producción ($0 \leq \tau < 1$), w_A es el salario en el sector y R_F es el precio de la renta de la tierra.

Las condiciones de primer orden son:

$$w_A = p_A(1 - \alpha)A_A F^\alpha L_A^{-\alpha}(1 - \tau) \quad (2.2)$$

$$R_F = p_A \alpha A_A F^{\alpha-1} L_A^{1-\alpha}(1 - \tau) \quad (2.3)$$

la ecuación (2.2) establece que el salario en el sector es igual al valor del producto marginal de L_A . La ecuación (2.3) expresa que el precio de renta de la tierra es igual al valor del producto marginal de F .

2.2.2. El sector importador manufacturero

Las empresas en el sector manufacturero también son perfectamente competitivas. Por lo tanto, la función de producción de empresas representativas es:

$$Y_M = A_M K^\beta L_M^{1-\beta} \quad (2.4)$$

donde Y_M es la producción en el sector manufacturero, A_M es la productividad del sector, K es el capital físico, L_M es el trabajo empleado en el sector, β y $1 - \beta$ son las participaciones de K y L_M en Y_M , respectivamente.

Se define a r^w como la tasa de interés mundial. Suponiendo una paridad de rendimientos, con $P_M = 1$, se tiene que R_K es el precio de la renta del capital y δ es la tasa de depreciación de K . La empresa representativa maximiza los beneficios $\pi_M = A_M K^\beta L_M^{1-\beta} - w_M L_M - R_K K$ en donde w_M es el salario en el sector manufactura. Las condiciones de primer orden son:

$$w_M = (1 - \beta)A_M K^\beta L_M^{-\beta} \quad (2.5)$$

$$R_K = \beta A_M K^{\beta-1} L_M^{1-\beta} \quad (2.6)$$

la ecuación (2.5) dice que el salario en el sector es igual al producto marginal de L_M . La ecuación (2.6) expresa que el precio de renta del capital es igual al producto marginal de K .

2.2.3. El gobierno

Los ingresos del gobierno provienen del impuesto ala producción en el sector agrícola en la cantidad $\tau p_A Y_A$ y estos ingresos son transferidos a los hogares por medio de una trans-

ferencia de suma fija, T . Dado que el gobierno no tiene un gasto en consumo, ni deuda, la restricción presupuestal del gobierno es:

$$\tau p_A Y_A = T \quad (2.7)$$

donde τ es una fracción constante y exógena ($0 \leq \tau < 1$).

2.2.4. Los hogares

Se supone que el hogar representativo posee todo el capital y la tierra. Además, parte del capital físico se financia con el mercado mundial. La restricción presupuestal del hogar representativo es:

$$w_A L_A + w_M L_M + R_F F + (R_K - \delta) K + T - r^W D = p_A C_A + C_M + I - \dot{D} \quad (2.8)$$

donde $w_A L_A + w_M L_M$ es el ingreso salarial, $R_F F$ es el ingreso por la renta del factor tierra, $(R_K - \delta) K = r^W K$ es el ingreso neto de depreciación por la renta del capital, T es el ingreso por transferencias, D es la deuda externa y $r^W D$ es el pago de intereses sobre la deuda externa. En consecuencia, el lado izquierdo de la ecuación (2.8) es el ingreso disponible del hogar representativo, mientras que el lado derecho son los gastos. Por lo tanto, $p_A C_A$ es el consumo en el bien agrícola, C_N es el consumo en el bien manufactura, I es la inversión neta, es decir $I = \dot{K}$, donde $\dot{K} = dK/dt$ y \dot{D} es el incremento de la deuda externa en el tiempo o ahorro externo.

En este capítulo se supone que solamente una fracción, d_K , del capital físico sirve como colateral para préstamos en el mercado mundial, en donde $0 < d_K < 1$. Por lo tanto, $D = d_K K$, es una restricción al crédito externo. Barro *et al.* (1995) señalan que este tipo de restricciones de préstamo implican que los residentes domésticos poseen todo el acervo de capital y que parte de este capital es financiado por el mercado mundial. Así, los residentes externos poseen la deuda sobre el capital que fue financiado por el resto del mundo. Además, como $\dot{D} = d_K \dot{K}$ y $I = \dot{K}$ se tiene que el término $I - \dot{D}$, en la ecuación (2.8), es igual al gasto efectivo en inversión neta, $(1 - d_K)I$.

Por simplicidad, y una limitante, se supone que los hogares ahorran una fracción constante

de su ingreso disponible (no hay elección intertemporal). El ahorro de los hogares, S_H , es:

$$S_H = s (w_A L_A + w_M L_M + R_F F + (R_K - \delta) K + T - r^W D_t) \quad (2.9)$$

donde s es la tasa de ahorro que es una fracción constante y exógena ($0 < s < 1$).

2.2.5. Mercados

Para obtener la igualdad agregada ahorro-inversión, se sustituye w_A , w_M , R_A , R_K y T , ecuaciones (2.2), (2.3), (2.5), (2.6) y (2.7) en el ingreso disponible del hogar representativo, lado izquierdo de la ecuación (2.8), obteniéndose:

$$p_A Y_A + Y_M - r^W D = p_A C_A + C_M + (I + \delta K) - \dot{D} \quad (2.10)$$

donde $p_A Y_A + Y_M - r^W D$ es el ingreso nacional bruto y $i + \delta K$ es la inversión bruta. Así el ingreso disponible del hogar representativo es igual al ingreso nacional bruto. Por lo tanto, el ahorro de los hogares es:

$$S_H = s (p_A Y_A + Y_M - r^W D) \quad (2.11)$$

Reordenando la ecuación (2.10), se obtiene la condición agrgada de ahorro es igual a inversión:

$$(p_A Y_A + Y_M - r^W D) - (p_A C_A + C_M) + \dot{D} = \dot{K} + \delta K \quad (2.12)$$

donde $(p_A Y_A + Y_M - r^W D) - (p_A C_A + C_M)$ es el ahorro doméstico o ahorro de los hogares. La ecuación (2.12) llega a ser:

$$S_H + \dot{D} = \dot{K} + \delta K \quad (2.13)$$

la ecuación (2.13) establece que el ahorro doméstico más el ahorro externo, \dot{D} , es igual a la inversión bruta. Reordenando la ecuación (2.13), con $\dot{D} = d_K \dot{K}$ y $I = \dot{K}$, se obtiene $S_H = (1 - d_k) I + \delta K$, es decir, el ahorro doméstico financia el gasto efectivo en inversión neta más depreciación. Sustituyendo la ecuación (2.11) en (2.13), se obtiene:

$$s (p_A Y_A + Y_M - r^W D) + \dot{D} = \dot{K} + \delta K \quad (2.14)$$

Para obtener la restricción agregada de recursos de economía, primero se establece que la cuenta corriente deficitaria de la economía es:

$$\dot{D} = r^W D - (X - M) \quad (2.15)$$

donde X son las exportaciones del bien agrícola, M las importaciones del bien manufacturero y $(X - M)$ es el saldo comercial. Ahora, sustituyendo la ecuación (2.15) en la ecuación (2.10), se obtiene la restricción agregada de recursos de la economía:

$$p_A Y_A + Y_M = p_A C_A + C_M + (\dot{K} + \delta K) + (X - M) \quad (2.16)$$

donde $p_A Y_A = p_A C_A + X$ es la condición de equilibrio en el mercado del bien agrícola y $Y_M + M = C_M + (\dot{K} + \delta K)$ es la condición de equilibrio en el mercado del bien manufacturero. Respecto al mercado laboral, se supone que la oferta total de trabajo, L , es constante. La condición de equilibrio en el mercado laboral es $L = L_A + L_M$.

2.3. La solución en el estado estacionario

Dado que L es constante, se normaliza a uno ($L = 1$). De este modo, la condición de equilibrio en el mercado laboral es $(1 - n) + n = 1$, en donde $(1 - n)$ es la fracción del trabajo empleado en el sector agrícola y n es la fracción de trabajo empleada en el sector manufacturero. Como existen rendimientos constantes a escala en ambos sectores, el estado estacionario implica que las variables n , K y d_K tienen tasas de crecimiento igual a cero. Por lo tanto, se redefinen las ecuaciones del modelo en términos de n y de $1 - n$. Por consiguiente, para obtener el nivel de $(1 - n)$ en el estado estacionario, primero es necesario conocer el nivel de K . Utilizando la ecuación (2.6), con $L_M = n$, y la definición $R_K = (r^w + \delta)$, se obtiene:

$$K = \left[\frac{A_M \beta}{r^w + \delta} \right]^{\frac{1}{1-\beta}} n \quad (2.17)$$

Ahora, igualando las ecuaciones (2.2) y (2.5), con $L_A = (1 - n)$ y $L_M = n$, se obtiene la condición estática de asignación eficiente del trabajo entre los dos sectores:

$$p_A A_A F^\alpha (1 - \alpha) (1 - n)^{-\alpha} (1 - \tau) = A_M K^\beta (1 - \beta) n^{-\beta} \quad (2.18)$$

la ecuación (2.18) establece que el valor del producto marginal del trabajo en ambos sectores debe ser igual en todo tiempo. Sustituyendo la ecuación (2.17) en (2.18), se obtiene el nivel de $(1 - n)$ de estado estacionario:

$$(1 - n)^* = \left[\frac{p_A A_A F^\alpha (1 - \alpha) (1 - \tau)}{A_M \left[\frac{A_M \beta}{r^w + \delta} \right]^{\frac{\beta}{1-\beta}} (1 - \beta)} \right]^{\frac{1}{\alpha}} \quad (2.19)$$

dado que $p_A, A_A, A_M, F, \alpha, \beta, \delta, s, \tau$ y r^w son constante, el nivel de $(1 - n)^*$ es constante en el estado estacionario (los niveles de estado estacionario se denotan con un *).

Alternativamente, el nivel de n de estado estacionario es:

$$n^* = 1 - \left[\frac{p_A A_A F^\alpha (1 - \alpha) (1 - \tau)}{A_M \left[\frac{A_M \beta}{r^w + \delta} \right]^{\frac{\beta}{1-\beta}} (1 - \beta)} \right]^{\frac{1}{\alpha}} \quad (2.20)$$

En consecuencia, el nivel de K de estado estacionario es:

$$K^* = \left[\frac{A_M \beta}{r^w + \delta} \right]^{\frac{1}{1-\beta}} n^* \quad (2.21)$$

Ahora, se obtiene el nivel de d_K en el estado estacionario. Así, la ecuación (2.14) en el estado estacionario, con $\dot{K} = 0$ y $\dot{D} = d_K \dot{K} = 0$ es $s(p_A Y_A + Y_M - r^w d_K K) = \delta K$, es decir, el ahorro doméstico financia solamente la depreciación del capital. Despejando d_K de $s(p_A Y_A + Y_M - r^w d_K K) = \delta K$, se obtiene:

$$d_K^* = \frac{p_A A_A F^\alpha (1 - n)^{*(1-\alpha)}}{r^w K^*} + \frac{A_M K^{*\beta} n^{*(1-\beta)}}{r^w K^*} - \frac{\delta}{s r^w} \quad (2.22)$$

donde $(1 - n)^*$, n^* y K^* están dadas por las ecuaciones (2.19), (2.20) y (2.21). también, utilizando la ecuación (2.15) en el estado estacionario, con $\dot{D} = 0$, se obtiene:

$$r^w D = X - M \quad (2.23)$$

la ecuación (2.23) establece que el pago de interés sobre la deuda externa tiene que ser igual al superávit comercial en el estado estacionario. Finalmente, se utiliza nuevamente la ecuación (2.14) en el estado estacionario para determinar el ingreso nacional bruto, Y_{INB}^* . Dado que d_K^* fue deducida por medio de la ecuación (2.14), Y_{INB}^* debe ser:

$$Y_{INB}^* = p_A A_A F^\alpha (1 - n)^{*(1-\alpha)} + A_M K^{*\beta} n^{*(1-\beta)} - r^w d_K^* K^* = \delta K^* / s \quad (2.24)$$

Por lo tanto, se ha encontrado la solución en el estado estacionario, es decir, los niveles de n^* , $(1 - n)^*$, K^* , d_K^* , y Y_{INB}^* . Dado que no existen costos de ajuste en el capital y el trabajo, el modelo no tiene dinámica de transición, La economía siempre se encuentra en un estado estacionario.

2.4. Un aumento en los términos de intercambio y la respuesta del gobierno

Ahora, la economía enfrenta un aumento en los términos de intercambio, es decir un aumento en p_A . Reescribiendo la ecuación (2.20), se tiene:

$$n^* = 1 - p_A^{\frac{1}{\alpha}} \left[\frac{A_A F^\alpha (1 - \alpha) (1 - \tau)}{A_M \left[\frac{A_M \beta}{r^w + \delta} \right]^{\frac{\beta}{1-\beta}} (1 - \beta)} \right]^{\frac{1}{\alpha}} \quad (2.25)$$

Por el momento, considere que no hay intervención del gobierno, $\tau = 0$. Por medio de la ecuación (2.25), se tiene $\partial n^* / \partial p_A < 0$. En consecuencia, un aumento en p_A produce que el salario en la agricultura (valor del producto marginal del trabajo en el sector) momentáneamente sea mayor que el salario en la manufactura. Así el trabajo, fluye instantáneamente al sector agrícola, resultando en un aumento en $(1 - n)^*$ y en una disminución en n^* . Por lo tanto, el sector agrícola absorbe recursos de trabajo.

Por medio de la ecuación (2.21), se deduce $\partial K^* / \partial n^* > 0$ y $\partial K^* / \partial p_A = (\partial K^* / \partial n^*) (\partial n^* / \partial p_A) < 0$. En concordancia, un aumento en p_A conduce a una disminución en K^* . La disminución en n^* , K^* y la producción manufacturera es lo que Corden y Neary (1982) llamaron desindustrialización directa. Con respecto a d_K , se tiene $\partial d_K^* / \partial p_A > 0$. Un aumento en los términos de intercambio produce un aumento en la proporción del capital que es financiado externamente. Finalmente, como $Y_{INB}^* = \delta K^* / s$, ecuación (2.24), se tiene $\partial Y_{INB}^* / \partial K^* > 0$, como $\partial K^* / \partial p_A < 0$, se concluye que $\partial Y_{INB}^* / \partial p_A = (\partial Y_{INB}^* / \partial K^*) (\partial K^* / \partial p_A) < 0$. Es decir, cuando los términos de intercambio aumentan, el ingreso nacional bruto disminuye. Como la igualdad contable $s Y_{INB}^* = \delta K^*$ siempre se cumple en el estado estacionario, se tiene que al disminuir el capital, el ahorro tiene que disminuir por medio de una disminución en Y_{INB}^* . Resumiendo, cuando los términos de intercambio aumentan, n^* y K^* disminuyen, mientras que d_K^* aumenta y Y_{INB}^* disminuye.

Se muestra una simulación numérica para explicar cómo la economía pasa instantáneamente de un estado estacionario a otro. Los niveles de los parámetros son $A_A = 1.2$, $A_M = 1.2$, $F = 1$, $\alpha = 0.3$, $\beta = 0.4$, $\delta = 0.03$, $s = 0.18$, $r^w = 0.03$, $\tau = 0$ y $p_A = 2$. Estos niveles son sólo para propósitos ilustrativos. El resultado numérico es $n^* = 0.8341$, $K^* = 26.6927$, $d_K^* = 0.2965$ y $Y_{INB}^* = 4.4487$ ($\delta K^* / s = 4.4487$). Cuando los términos

2.4. UN AUMENTO EN LOS TÉRMINOS DE INTERCAMBIO Y LA RESPUESTA DEL GOBIERNO

de intercambio aumentan de $p_A = 2$ a $p_A = 2.2$, el resultado numérico es $n^* = 0.7721$, $K^* = 24.7079$, $d_K^* = 0.7092$ y $Y_{INB}^* = 4.1179$ ($\delta K/s = 4.1179$). Como se observa, la proporción de trabajo en el sector manufacturero disminuye de 0.8241 a 0.7721 y el acervo de capital disminuye de 26.6927 a 24.7079. Dado que en el estado estacionario siempre se cumple con la igualdad $sY_{INB}^* = \delta K^*$, se tiene que al disminuir el capital, el ahorro tiene que disminuir por medio de una disminución en el ingreso nacional bruto, acompañado por un aumento en d_K^* . Por lo tanto, Y_{INB}^* disminuye de 4.4487 a 4.1179 y d_K^* aumenta de 0.2965 a 0.7092.

Dada la desindustrialización, el gobierno responde con un aumento en τ . Con la ecuación (2.25), se obtiene $\partial n^*/\partial \tau^* > 0$. Como τ aumenta, el salario en la agricultura momentáneamente es menor que el salario en la manufactura, entonces el trabajo aumenta instantáneamente en el sector manufacturero. Por lo tanto, la intervención del gobierno reasigna trabajo entre los sectores. Utilizando la ecuación (2.21), se tiene que $\partial K^*/\partial n^* > 0$, como $\partial K^*/\partial \tau = (\partial K^*/\partial n^*)(\partial n^*/\partial \tau)$, se determina $\partial K^*/\partial \tau^* > 0$. En consecuencia, un aumento en la tasa del impuesto a la producción produce que el nivel de K^* aumente. Como n^* y K^* aumentan, se revierte la desindustrialización. Con respecto a d_K^* , se comprueba $\partial d_K^*/\partial \tau^* < 0$, un aumento en τ , produce una disminución en d_K^* . Mientras que $\partial Y_{INB}^*/\partial \tau = (\partial Y_{INB}^*/\partial K^*)(\partial K^*/\partial \tau) > 0$, entonces un aumento en la tasa del impuesto sobre la producción aumenta Y_{INB}^* . Como $sY_{INB}^* = \delta K^*$, se tiene que al aumentar el capital, el ahorro tiene que aumentar por medio de un aumento en el ingreso nacional bruto, seguido por una disminución en d_K^* . Resumiendo, cuando τ aumenta, n^* y K^* aumentan, es decir la desindustrialización es corregida, mientras que d_K^* disminuye y Y_{INB}^* aumenta.

Considerando el mismo nivel de los parámetros pero con $p_A = 2.2$ y $\tau = 0.0909$. Se obtiene $n^* = 0.8341$, $K^* = 26.6927$, $d_K^* = 0.3817$ y $Y_{INB}^* = 4.4487$ ($\delta K/s = 4.4487$). Se observa, que la proporción de trabajo en el sector manufacturero, el acervo de capital y el ingreso nacional bruto son iguales cuando $p_A = 2$. Mientras que d_K^* disminuye de 0.7092 a 0.3817 (el nivel de d_K^* no es el mismo que cuando $p_A = 2$, debido a que $p_A = 2.2$).

2.5. La evidencia: un caso clásico

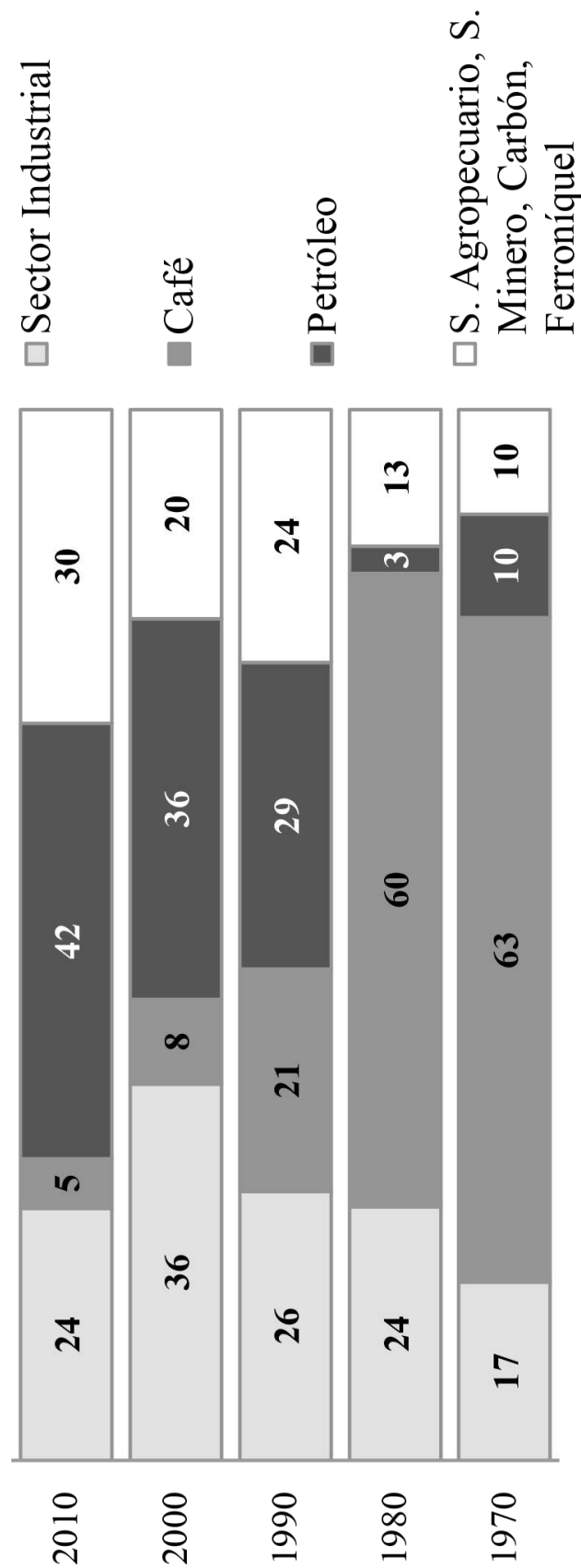
Colombia siempre ha sido un gran exportador de café. Así, Ebrahim-zadeh (2003) muestra que el aumento en el precio del café en 1976-1977 produjo la enfermedad holandesa en la economía colombiana (véase también Alvarez y Fuentes (2006a)). Como se mencionó, para una economía con sector exportador importante de materias primas agrícolas, la enfermedad holandesa consiste en un fuerte aumento en el precio del bien primario de exportación, que produce una reasignación de recurso hacia el sector primario, una apreciación del tipo de cambio real, una desindustrialización y un obstáculo al crecimiento económico. Por lo tanto, para estudiar la enfermedad holandesa es preciso estudiar las variables anteriores.

En consecuencia, se describe Colombia, periodo 1970-2010, la estructura participativa de las exportaciones, el precio de los principales bienes primarios de exportación, los términos de intercambio, el tipo de cambio real, el crecimiento de la manufactura, el crecimiento económico y la deuda externa. Por lo tanto, al estudiar la estructura participativa de las exportaciones, se observará si la economía colombiana ha tenido y tiene un sector primario exportador primario importante. También, analizando el precio de exportación de café y del petróleo, los términos de intercambio y el tipo de cambio real, se estudiará la magnitud de los choques externos que ha enfrentado la economía colombiana. estudiando el crecimiento de la manufactura, se comprenderá si hubo o hay enfermedad holandesa y si ha obstaculizado al crecimiento económico. Finalmente, investigando la evolución de la deuda externa, se analizará la relación entre términos de intercambio, manejo macroeconómico y deuda externa.

En la Gráfica 1, se muestra, para el periodo 1970-2010, la estructura participativa de las exportaciones no tradicionales (sector agropecuario, sector minero y sector industrial) y tradicionales (café, carbón, petróleo y derivados y ferroníquel) con respecto a las exportaciones totales. Se observa que la estructura participativa de las exportaciones ha experimentado algunas modificaciones. Así, la participación de las exportaciones del sector industrial a lo largo del periodo se ha mantenido alrededor del 24 %, ha excepción del año 2000, donde fue del 36 %. Mientras que, el sector agropecuario, minero, de carbón y ferroníquel han aumentado su participación del 10 % en 1970 al 30 % en 2010. Sin embargo, el cambio más notorio se ha dado en las exportaciones tradicionales. en 1970, más del 60 % de las exportaciones to-

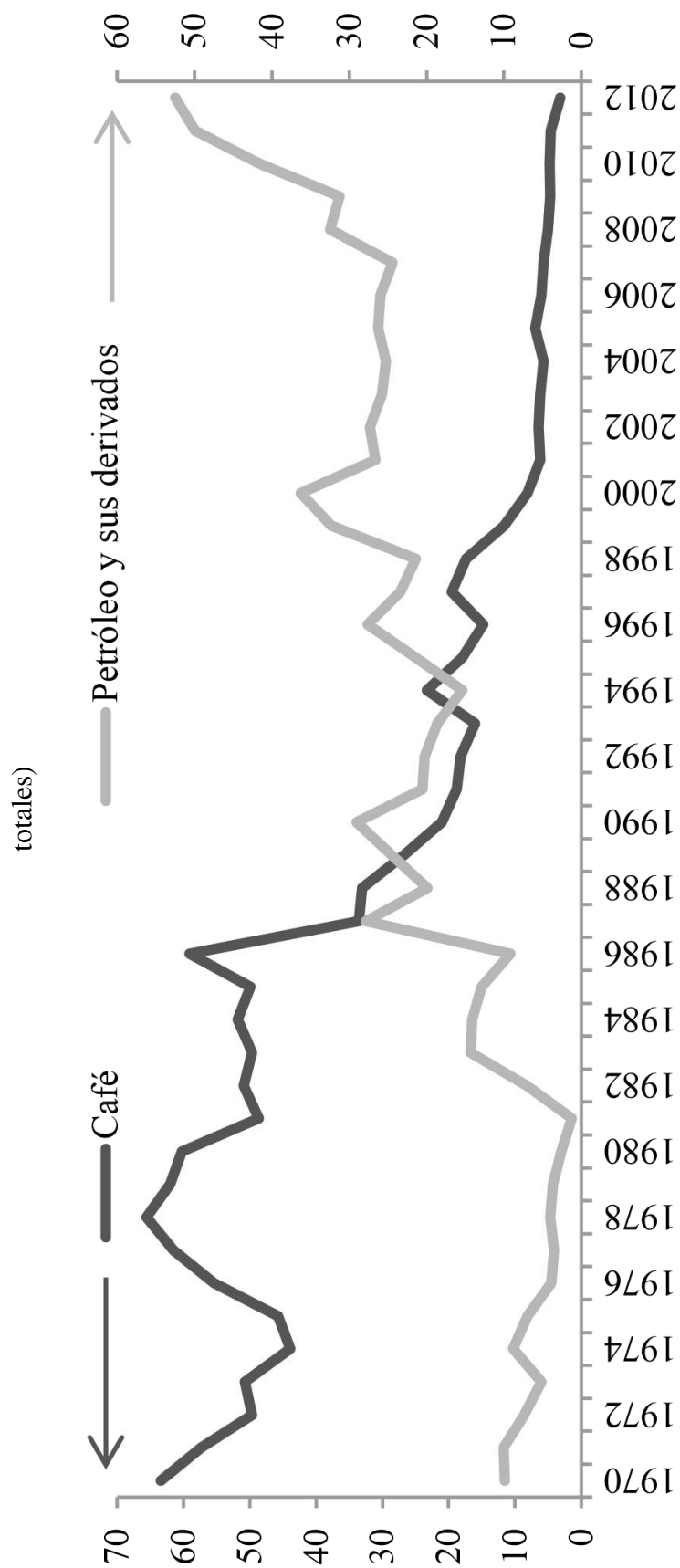
tales eran de café, mientras que en 2010 éstas redujeron su participación a 5 %. En 1970, la participación de las exportaciones del petróleo y sus derivados fue del 10 %, mientras que en 2010 % representaron más del 40 % de las exportaciones totales. en particular, en la Gráfica 2, se observa cómo las participaciones del café y del petróleo han tenido un comportamiento de intercambio (estos dos bienes han representado alrededor del 50 % de las exportaciones totales para el periodo en estudio). Se concluye que la economía colombiana ha tenido y tiene un sector exportador importante de materia prima.

Figura 2.1: Participación de las Exportaciones tradicionales y no tradicionales (como porcentaje de las exportaciones totales)



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Central de Colombia (2013a).

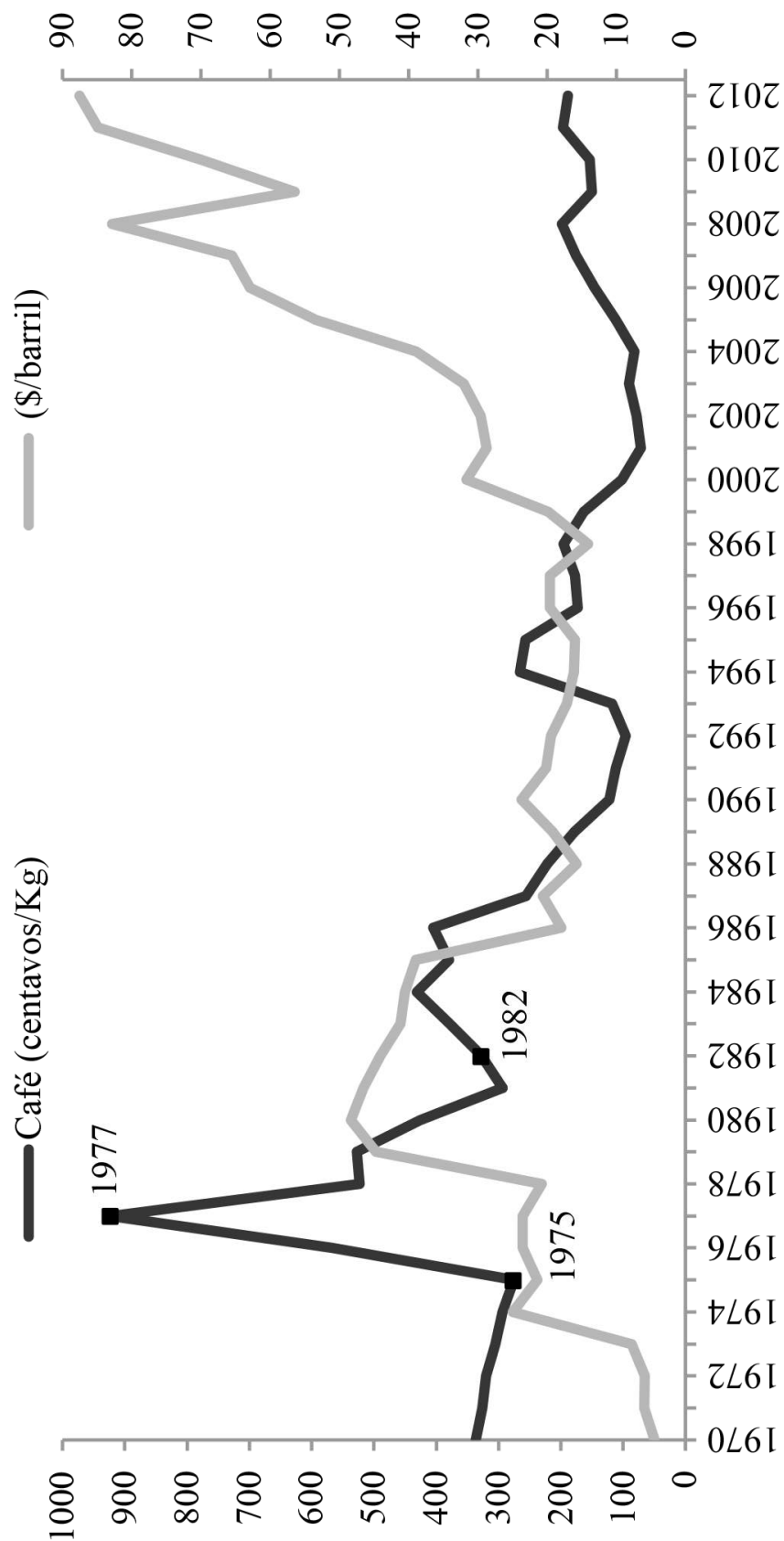
Figura 2.2: Participaciones de las Exportaciones de Café y Petróleo y sus derivados, 1970 - 2012 (como porcentaje de la exportaciones



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Central de Colombia (2013a).

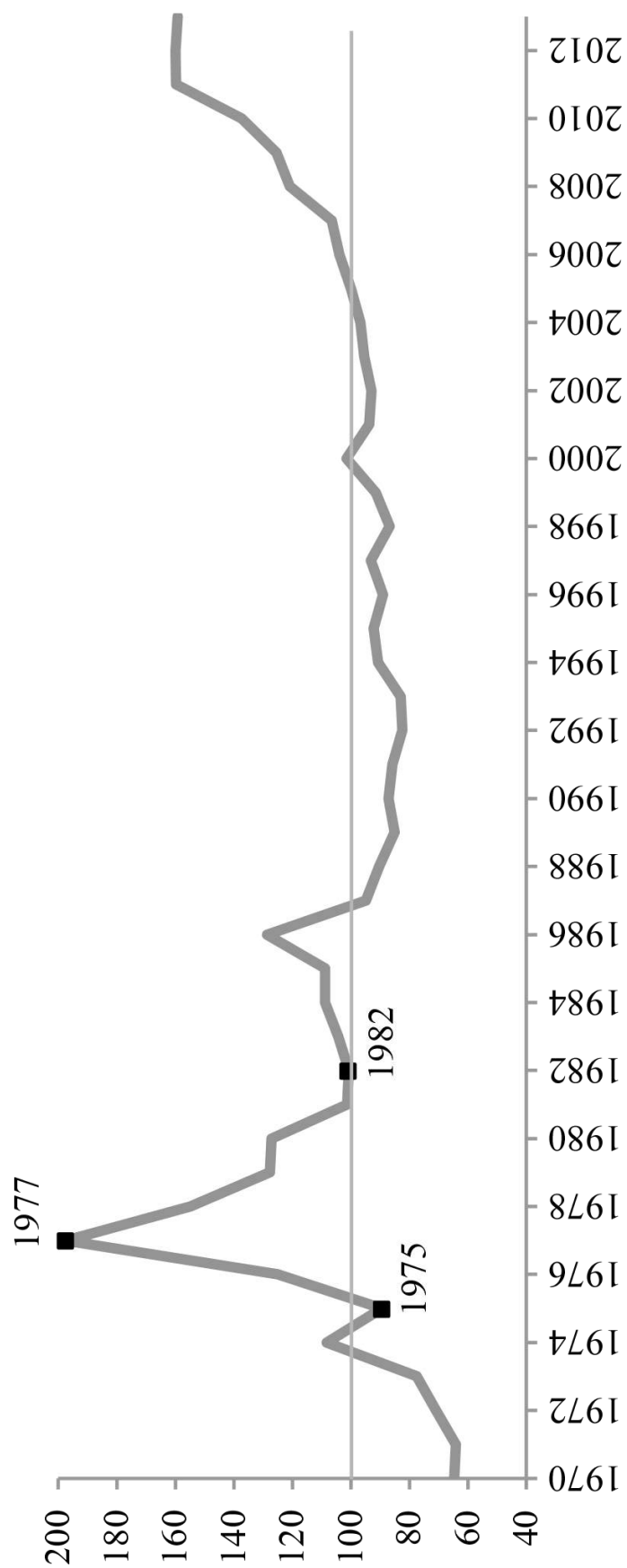
Ahora, analizamos los precios de las exportaciones, los términos de intercambio y el tipo de cambio real en Colombia. A partir de la segunda mitad de los años setentas. Colombia experimentó un fuerte aumento en el precio del café, en 1976 el precio creció en más del 100 % y en 1977 % lo hizo en un 62 %, manteniéndose alto por varios años más (véase Gráfica 3). Los altos precios del café trajeron como consecuencia una mejora importante en sus términos de intercambio (véase Gráfica 4), mostrando una variación porcentual de 57.8 % en 1977. A su vez, esto dio lugar a una apreciación del tipo de cambio real (véase Edwards (1986)). Después, en la década del 2000, ls términos de intercambio empezaron a subir, por el fuerte incremento del precio del petróleo y otras materias primas (véase Gráfica 3 y 4). Asimismo, el tipo de cambio se apreció para este periodo (véase Uribe M. (2011)). Se concluye que la economía colombiana sufrió un fuerte choque exógeno en los setenta, conducido por el precio del café. En la actualidad está teniendo un fuerte aumento en los términos de intercambio, conducido por el precio del petróleo y de otras materias primas. En ambos episodios se ha presentado una apreciación del tipo de cambio real.

Figura 2.3: Precio del café y del petróleo, 1970-2012 (2005=100)



Fuente: World Bank (2013a).

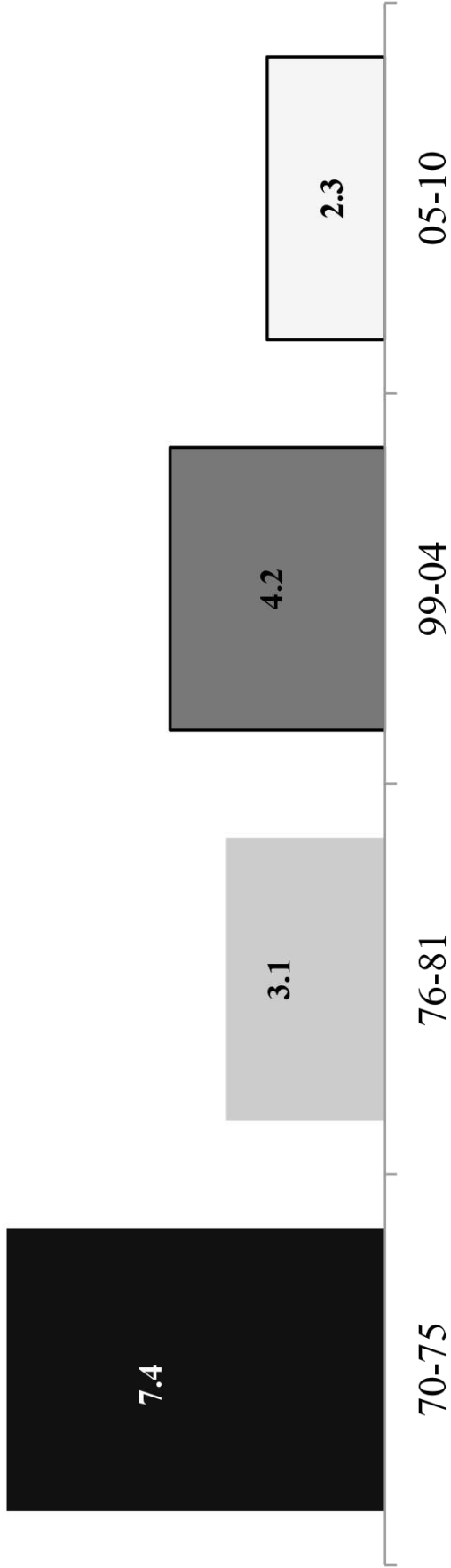
Figura 2.4: Términos de Intercambio, 1970-2012 (2005=100)



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Central de Colombia (2013b) y del DANE (2013).

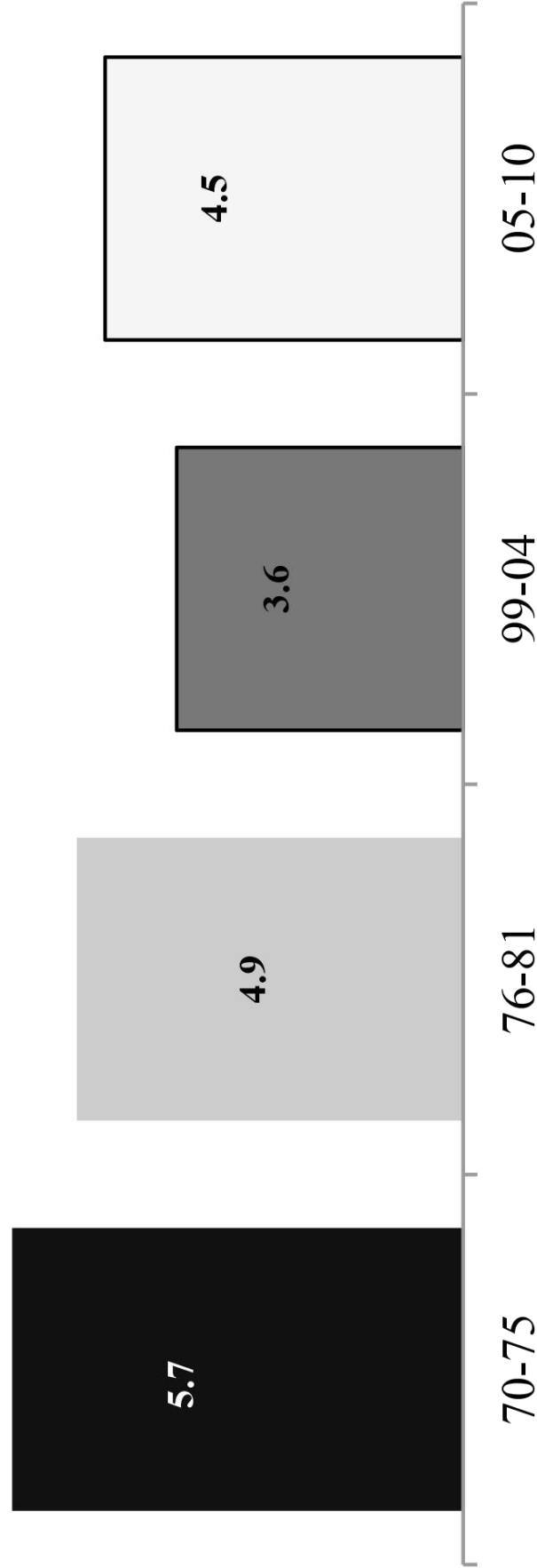
A continuación, estudiamos el crecimiento sectorial agregado de Colombia. El fuerte aumento del precio del café en 1976 estuvo acompañado por un fuerte crecimiento del sector cafetalero, pues su tasa de crecimiento promedio fue de 4.9 % para el periodo de 1970-1975, pasando a 7.0 % para el periodo 1976-1981. En tanto que para el sector manufacturero tuvo el efecto contrario, es decir, hubo una desaceleración en su crecimiento pues pasó de una tasa promedio de 7.4 % a 3.1 % (véase Gráfica 5). también, el crecimiento de la economía bajó del 5.7 % en el periodo de 1970-1975 al 4.9 % para el periodo 1976-1981 (véase Gráfica 6). En la actualidad, con el aumento en los términos de intercambio, el crecimiento del sector manufacturero disminuyó del 4.2 % en el periodo 1999-2004 al 2.3 % para el periodo 2005-2010 (aunque el cambio quinquenio puede revertir este resultado). Mientras que, el crecimiento de la economía aumentó del 3.6 % para el periodo 1999-2004 al 4.5 % para el periodo 2005-2010 (véase Gráfica 5 y 6).

Figura 2.5: Tasa de crecimiento promedio anual del Valor Agregado de la Manufactura (porcentaje)



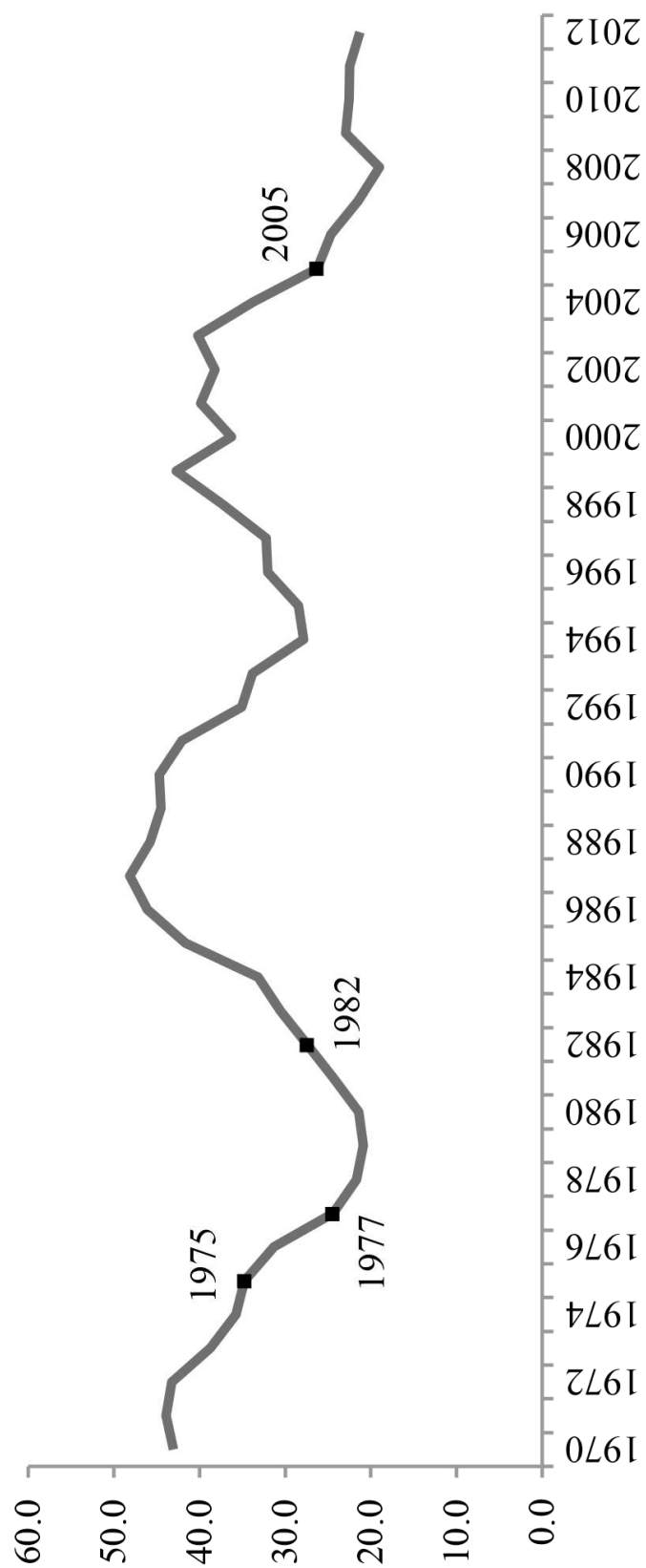
Fuente: Elaboración propia con datos del World Bank (2013b).

Figura 2.6: Tasa de crecimiento promedio anual del Producto Interno Bruto (porcentaje)



Fuente: Elaboración propia con datos del World Bank (2013b).

Figura 2.7: Deuda Externa, 1970-2012 (porcentaje del PIB)



Fuente: World Bank (2013b), Banco Central de Colombia (2013c).

Finalmente, en la Gráfica 7, se muestra la evolución de la deuda externa. Se observa, como la mayoría de los países latinoamericanos, el sobreendeudamiento de los años ochenta. En la actualidad, con términos de intercambio altos de 2005, Colombia ha mantenido una proporción deuda externa a PIB aceptable, en consecuencia ha tenido un buen manejo macroeconómico.

Resumiendo, la economía colombiana si ha tenido y tiene un sector primario exportador importante. Ha tenido dos choques externos y vía precios muy importantes, uno por el precio del café a partir del año 1976 y otro a partir del 2005 por el precio del petróleo y otras materias primas. Ambos episodios se han presentado con una apreciación del tipo de cambio real. El primer choque provocó una desaceleración transitoria en el crecimiento del sector manufacturero. Algunos autores interpretan esto como que Colombia experimentó la enfermedad holandesa. Además, el crecimiento de la economía disminuyó. La segunda perturbación ha afectado de forma negativa al sector manufacturero (aunque el cambio de quinquenio puede revertir este resultado). Mientras que el crecimiento de la economía ha aumentado, manteniendo la proporción deuda externa a PIB aceptable.

Con este panorama, descriptivo, Sanabria y Campo (2012) estudian para Colombia la relación que hay entre el crecimiento económico y varias variables explicativas, entre las cuales se tiene la exportación de café y de petróleo, para el periodo de 1970-2010. Ellos concluyen que hay una relación inversa (significativa) entre el PIB y los bienes primarios de exportación (café y petróleo), aunque son más robustos en el caso de la relación PIB y petróleo. Sanabria y Campo (2012) concluyen la existencia de la maldición de los recursos naturales para Colombia. También Hernández (2011) investiga empíricamente si las fluctuaciones en los términos de intercambio tienen algún efecto sobre las fluctuaciones del PIB en Colombia para el periodo de 1994-2009. Los resultados que encuentran son que los términos de intercambio contribuyen en la determinación de las fluctuaciones de corto plazo del PIB.

2.6. Conclusiones

Se ha construido un modelo de crecimiento con dos sectores para estudiar la desindustrialización directa. Se ha mostrado que cuando aumentan los términos de intercambio (el

precio mundial del bien agrícola de exportación aumenta), momentáneamente el salario en la agricultura es mayor que en la manufactura, así el trabajo fluye instantáneamente al sector agrícola. En consecuencia, el sector manufacturero pierde trabajo. También, dado el aumento en los términos de intercambio, se produce una disminución del acervo de capital fijo en el sector manufacturero. Así el sector manufacturero pierde capital y trabajo. Además, el ingreso nacional bruto disminuye, acompañado por un aumento en la proporción deuda capital. En este capítulo, la disminución del trabajo, del acervo de capital y la producción en el sector manufactura, se ha definido como desindustrialización directa.

Se ha mencionado que el gobierno puede enfrentar esta desindustrialización utilizando la política tributaria. Por lo tanto, el gobierno responde con un aumento en la tasa de impuesto a la producción en el sector agrícola. Esto produce que el salario en la agricultura sea menor que el salario en la manufactura, aumenta el nivel de capital en el sector. Además, el ingreso nacional bruto aumenta, acompañado por una disminución en la proporción deuda capital. Para ilustrar el modelo, se ha examinado el caso de la economía colombiana y su respuesta al aumento del precio de café durante los años setenta. Se ha mostrado que este aumento estuvo acompañado transitoriamente con un bajo crecimiento en la manufactura colombiana y el crecimiento económico. Asimismo, se ha mostrado cómo el café pierde participación en las exportaciones y el petróleo aumenta su participación. Así, Colombia continúa expuesta a la volatilidad del precio de las materias primas.

Se ha afirmado que el funcionamiento de las economías con un sector primario exportador importante está afectado por los movimientos de los precios mundiales de sus productos primarios de exportación, y por consiguiente, de la variación de su tipo de cambio real. Dado que en este capítulo no se han considerado bienes no comerciables, no se ha podido mostrar que el aumento en el precio del bien agrícola de exportaciones conduce a una apreciación del tipo de cambio real y a una desindustrialización indirecta, es decir el típico canal de transmisión de la enfermedad holandesa. En consecuencia, sería conveniente, para trabajo futuro, introducir al sector no comerciable en el modelo.

Capítulo 3

Términos de intercambio, deuda y crecimiento económico

3.1. Introducción

Los movimientos de los precios internacionales de los bienes de recursos naturales no elaborados influyen notablemente en el crecimiento económico de los países dedicados a su exportación. Así, un incremento de demanda importante de estos bienes, por países netamente industrializados, podría provocar un aumento en los precios, debido a que la oferta es limitada en el corto plazo para los recursos naturales. Lo anterior traería modificaciones fundamentales a su esfera productiva, por la reasignación de recursos que se hagan para abastecer dicha demanda. Si tomamos solamente en cuenta bienes comerciables, los cuales pueden ser exportables e importables, ocurrirá, en primera instancia una reasignación que tendrá efectos en la rentabilidad del sector, y con ello en la mano de obra y capital intersectorial que se desplace para enfrentar el *boom* de recursos naturales (desindustrialización directa). En segunda instancia podría traer una apreciación del tipo de cambio real. Esto último puede ocasionar que el capital empleado en el sector manufacturero disminuya en el corto y/o largo plazo (desindustrialización indirecta), lo que provocaría una disminución en el crecimiento económico. Sin embargo, la evidencia empírica no es concluyente, ya que los precios internacionales y el *boom* de recursos naturales no traería conjuntamente una disminución del crecimiento de largo plazo, debido a los múltiples efectos, entre los cuales los canales de mercado y la política

fiscal que empleen los gobiernos locales puede aminorar o acelerar la desindustrialización. El caso en el que la relación entre recursos naturales y crecimiento económico es negativa, se ha llamado “maldición de los recursos naturales”, mientras que si la relación es positiva, es una “bendición de los recursos naturales”.

Por ejemplo, Rodríguez y Sachs (1999) sugieren que países abundantes en recursos naturales han tenido un crecimiento lento, comparado con aquellas economías sin recursos naturales sustanciales. También Sachs y Warner (2001) afirman que economías con abundancia de recursos naturales exportados, en términos del Producto Interno Bruto (PIB), tienden a crecer más lentamente que economías con escasez de estos bienes. De igual manera, Sala-i-Martin *et al.* (2004) analizan 32 variables, para una muestra de 98 países entre 1960 y 1992, que pueden estar relacionadas con el crecimiento económico y encuentran una relación negativa entre crecimiento económico y la *ratio* de las exportaciones primarias con el resto de las exportaciones, sin embargo el tipo de cambio distorsiona la relación del crecimiento del ingreso y esto produce un efecto negativo; en cambio, la *ratio* minería-PIB produce un efecto positivo en el crecimiento económico. Por otro lado, Sala-i-Martin y Subbramanian (2003) diagnostican que poco tienen que ver los mecanismos de mercado y la orientación de las ganancias extraídas de los recursos naturales. Ellos atribuyen la maldición de los recursos naturales a la corrupción de los gobiernos, al menos para Nigeria. Así mismo, Gylfason (2002) y Ploeg (2011a) señalan que las instituciones y las normas jurídicas juegan un papel importante para que los países con abundancia de recursos tengan crecimiento económico en todos sus sectores productivos. También Caselli (2006) sugiere que la maldición de los recursos naturales opera a través de la conducta de la élite política, la cual genera una lucha de poderes, esto ocasiona que el grupo en el poder realice pocas inversiones en sectores productivos que incidan significativamente en el desarrollo de los países con abundancia de recursos naturales y esto propicia poco crecimiento económico.

En contraste, Lederman y Maloney (2007) revisan el impacto que tiene la estructura comercial, básicamente la especialización de los recursos naturales, sus exportaciones y el comercio intra-industria en el crecimiento económico. Concluyen que no hay resultados robustos para afirmar una maldición de los recursos naturales, ya que en sus estimaciones encuentran un efecto positivo para exportaciones de recursos naturales. También Papyrakis y

Gerlagh (2007) relacionan positivamente la abundancia de recursos naturales y crecimiento económico de Estados Unidos en el periodo de 1986 a 2003. Concluyen que la abundancia de los recursos naturales no se contrapone con una industrialización creciente para ese país, asimismo establecen que la maldición de los recursos naturales se debe a instituciones débiles, usualmente común en economías subdesarrolladas.

En la literatura teórica, generalmente se desarrollan modelos con dos sectores para analizar los efectos que tiene el aprovechamiento de los recursos naturales en el crecimiento económico. Existen algunas caracterizaciones sobre el comportamiento de los recursos naturales, la primera es como una variable exógena que afecta directamente a la función de producción, la cual es fundamental en la tasa de crecimiento económico (Stijns, 2005). Otra caracterización es por medio de una forma funcional que establece la degradación de los recursos naturales, debido a que estos son no renovables y agotables, en consecuencia existen límites a la trayectoria de crecimiento económico de largo plazo (Groth, 2007).

Básicamente la idea de la modelización con dos sectores es que aparece uno tradicional, basado en formas de producción con tierra o agricultura, y otro moderno, específicamente el sector industrial o manufacturero. Por ejemplo, Guilló y Perez-Sebastian (2010) muestran que una economía mundial orientada a la producción agrícola y no agrícola podría afectar positiva o negativamente el nivel de largo plazo del bienestar económico, dependiendo de la elasticidad de los factores de producción (véase también Guilló y Perez-Sebastian (2007)). También Roldos (1991) presenta un modelo donde el bien de capital, que es importado, se acumula o se consume, mientras que el bien primario es exportado, con esta caracterización refleja a la mayoría de los países que se dedican a exportar sus bienes primarios. En su modelo, uno de los sectores utiliza tierra y trabajo (sector exportador) y, el otro capital y trabajo (sector importador).

El objetivo de este capítulo es analizar los efectos del incremento de precios internacionales en la reasignación de recursos y el crecimiento económico de una economía pequeña y abierta. No obstante, los resultados de este efecto ya han sido ampliamente estudiados por Casares *et al.* (2014), el cual muestra la influencia del *boom* de bienes del sector agrícola por parte de los mercados internacionales, con ello el aumento del precio relativo ocasiona una reasignación instantánea de la mano de obra empleada en los sectores, una disminución del

ingreso nacional bruto, el aumento de la deuda privada, pero sobre todo, una disminución del acervo de capital físico, llamado desindustrialización directa por Corden y Neary (1982). Para contrarrestar los efectos de la “enfermedad holandesa”, el gobierno aparece en otro momento para gravar con un impuesto la producción del sector exportador. Así, es posible revertir los niveles de trabajo, ingreso nacional bruto, la deuda privada y la desindustrialización.

El análisis del artículo de Casares *et al.* (2014) es restringido, en el sentido de que los efectos estudiados son de largo plazo, es decir, el modelo no tiene dinámica de transición ya que las variables de interés “brincan” de un estado estacionario a otro ante cambios en los parámetros de precios e impuestos. Esto excluye la posibilidad de estudiar el corto plazo y los ajustes de las trayectorias en el tiempo. La propuesta presentada en este capítulo es introducir dos mecanismos de ajuste, uno para la mano de obra y otro para la *ratio* deuda-capital.

Aunque hay trabajos dedicados a la migración laboral sectorial (véase el capítulo 9 de Barro y Sala-i-Martin (2009) o Weil (2008)), en ellos básicamente la idea es que la mano de obra tiende a desplazarse desde economías o sectores con salarios bajos u otras consideraciones adversas económicas o no económicas (pobreza, violencia, corrupción, entre otras) hacia economías con salarios altos y otras consideraciones favorables. Nosotros seguimos a Mas-Colell y Razin (1973), ellos analizan las trayectorias de la migración del sector rural al sector urbano en el crecimiento de una economía dual. Para ello, introducen específicamente una función que modeliza la tasa de cambio del nivel de migración en el tiempo, así ya no existe una transferencia instantánea del trabajo entre los sectores. Por lo tanto, la migración queda determinada por las fuerzas económicas (salarios, capital, productividades), con ello se evita que el salario quede asignado por otro tipo de fuerzas, institucionales por ejemplo.

Por otro lado, siguiendo a Villanueva y Mariano (2007), es posible estudiar cómo grandes cantidades de deuda han desviado recursos escasos de la inversión y del crecimiento de largo plazo. El propósito de ellos es estudiar la idea conjunta de la dinámica de la deuda externa, la acumulación de capital y el crecimiento económico. Encuentran que un incremento continuo de la *ratio* deuda externa-PIB acarrearía, en el corto o largo plazo, problemas de liquidez y al final de insolvencia. Por lo consiguiente, dicha razón es vista como una condición suficiente para la sustentabilidad: una economía quedaría en una situación de solvencia si la razón deuda externa-PIB no crece.

Al igual que en Mas-Colell y Razin (1973) y Villanueva y Mariano (2007), en este capítulo lo mostramos que la dirección de la migración entre los salarios está completamente determinada por la proporción de trabajo total empleado en el sector de recursos naturales; y que las decisiones del préstamo externo, en cualquier instante del tiempo, es un porcentaje del *stock* neto de deuda, cuya velocidad es la discrepancia proporcional del ajuste del capital externo y del producto marginal esperado y de la tasa de interés mundial. Así que, el capítulo se compone de cinco secciones más. En la sección 3.2 se construye un modelo de crecimiento para una economía pequeña y abierta, con costos de ajuste al trabajo y a la deuda. En 3.3 se presenta la solución del modelo en estado estacionario. En la sección 3.4 se muestra la estabilidad y dinámica del capital, la mano de obra empleada en los sectores y la deuda. En la sección 3.5 se analiza la dinámica de las trayectorias del capital, la mano de obra del sector de recursos naturales y de la deuda ante cambios en los precios internacionales; así también la respuesta del gobierno, vía impuestos, para restituir el proceso de industrialización. En la última sección 3.6 se presentan las conclusiones.

3.2. El modelo

La economía es pequeña y abierta al comercio internacional de bienes y activos, con dos sectores. Un sector exportador de materias primas no elaboradas y otro manufacturero importador. En consecuencia, se tiene que el precio del bien exportable de materias primas y del bien importable manufacturero, están dados por el mercado mundial. La función de producción del sector de recursos naturales posee rendimientos a escala constantes, utilizando materias primas¹ y trabajo (la cantidad de materias primas es fija en el tiempo, pero si influye en la producción). La producción de recursos naturales es consumida y exportada. La función de producción del sector manufacturero tiene rendimientos constantes a escala, usando capital y trabajo. Parte del capital es financiado por el mercado mundial; dada la movilidad del capital, su arbitraje inmediato y sin costos, la tasa de interés doméstica iguala la tasa de interés mundial (que es constante y exógena por ser una economía pequeña). El gobierno

¹Las materias primas serán entendidas como tierra o todos aquellos productos derivados del sector primario, se excluyen los productos derivados del petróleo.

impone un impuesto a la producción al sector de materias primas. Los ingresos tributarios son distribuidos a los hogares por medio de transferencias de suma fija. Los hogares ahorran una fracción constante de su ingreso disponible.

3.2.1. El sector exportador de materias primas no elaboradas

Las empresas en el sector de recursos naturales son perfectamente competitivas. La función de producción de la empresa representativa cumple con las condiciones de Inada (Sala-I-Martin, 2000), en este caso proponemos una función Cobb-Douglas:

$$Y_{A,t} = A_A F^\alpha L_{A,t}^{1-\alpha} \quad (3.1)$$

donde Y_A es la producción de materias primas; A_A es la productividad del sector, es constante y exógena; F es la cantidad de recursos naturales y su oferta es fija; L_A es el trabajo empleado en el sector; α es la participación de F en Y_A ; y $(1 - \alpha)$ es la participación de L_A en Y_A ; el subíndice t indica que las variables son funciones del tiempo. Se define a P_A como el precio mundial constante del bien de recursos naturales. Se considera a P_M como el precio constante del bien manufacturero y numerario ($P_M = 1$). Así el precio relativo del bien agrícola en términos del bien manufacturero, o términos de intercambio, está definido como $p_A = P_A/P_M$. La empresa representativa maximiza los beneficios $\pi_{A,t} = p_A A_A F^\alpha L_{A,t}^{1-\alpha} (1 - \tau) - w_{A,t} L_{A,t} - R_{F,t} F$ donde τ es la tasa de impuesto constante sobre la producción, $\tau \in [0, 1)$, w_A es el salario en el sector y R_F es el precio de renta de las materias primas. Las condiciones de primer orden del problema de la empresa son:

$$w_{A,t} = (1 - \alpha) p_A A_A F^\alpha L_{A,t}^{-\alpha} (1 - \tau) \quad (3.2)$$

$$R_{F,t} = p_A \alpha A_A F^{\alpha-1} L_{A,t}^{1-\alpha} (1 - \tau) \quad (3.3)$$

La ecuación (3.2) establece que el salario en el sector es igual al valor del producto marginal de $L_{A,t}$. La ecuación (3.3) expresa que el precio de renta de las materias primas es igual al valor del producto marginal de F .

3.2.2. El sector importador manufacturero

Las empresas en el sector manufacturero también son perfectamente competitivas. La función de producción de la empresa representativa es una Cobb-Douglas, caracterizada por sus propiedades usuales:

$$Y_{M,t} = A_M K_t^\beta L_{M,t}^{1-\beta} \quad (3.4)$$

donde Y_M es la producción en el sector manufacturero, A_M es la productividad del sector, K es el capital físico, L_M es el trabajo empleado en el sector, β y $(1 - \beta)$ son las participaciones de K y L_M en Y_M , respectivamente. Donde el subíndice t representa la dependencia de las variables con respecto al tiempo.

Al seguir la idea de Casares *et al.* (2014), es posible establecer que la tasa de rendimiento mínima exigida y aceptada por los inversores para invertir su riqueza en la economía pequeña sea igual al tipo de interés internacional (paridad de los rendimientos domésticos e internacionales), por lo tanto, se define a r^W como una tasa de interés mundial constante y exógena. Si se supone una paridad de rendimientos $P_M = 1$, entonces se tiene $R_K = (r^W + \delta)$, donde R_K es el precio de la renta del capital y δ es su tasa de depreciación constante. La empresa representativa maximiza los beneficios $\pi_{M,t} = A_M K_t^\beta L_{M,t}^{1-\beta} - w_{M,t} L_{M,t} - R_K K_t$ en donde w_M es el salario en el sector de manufactura. Las condiciones de primer orden son:

$$w_{M,t} = (1 - \beta) A_M K_t^\beta L_{M,t}^{-\beta} \quad (3.5)$$

$$R_K = \beta A_M K_t^{\beta-1} L_{M,t}^{1-\beta} \quad (3.6)$$

La ecuaciones (3.5) y (3.6) dicen que el salario y la rentabilidad del capital, en el sector, son iguales a la productividad marginal del trabajo y del capital, respectivamente.

3.2.3. El mecanismo de la migración del trabajo

Al definir a L_t como el trabajo total de la economía en el periodo t , y ser constante, la condición de equilibrio en el mercado laboral es $L_{M,t} + L_{A,t} = L_t$. Se considera que el trabajo total es constante y está normalizado a uno. Por lo tanto, la ecuación de equilibrio del mercado laboral se puede expresar como

$$(1 - n_t) + n_t = 1, \quad (3.7)$$

donde $(1 - n_t)$ es la fracción de trabajo empleada en el sector de bienes manufacturados y n_t la del sector de materias primas. Como n_t es constante en el estado estacionario se puede definir estacionaria.

Es posible asignar un mecanismo de movimiento al trabajo para que éste se mueva lentamente y no “brinque” (Casares, 2007). Por lo anterior, el flujo intersectorial depende positivamente de los salarios del sector de materias primas e industrial. La ecuación que representa dicho mecanismo se representa como:

$$\frac{\dot{n}_t}{n_t} = \frac{b(w_{A,t} - w_{M,t})}{w_{M,t}}, \quad (3.8)$$

en donde \dot{n}_t/n_t es la tasa de crecimiento de n_t y $b \in \mathbb{R}_+$ es el parámetro que mide la velocidad del proceso de migración intersectorial (Mas-Colell y Razin, 1973). Los valores de $w_{A,t}$ y $w_{M,t}$ están dados por las ecuaciones (3.2) y (3.5), respectivamente. Se supone que el trabajo es homogéneo, así que la mano de obra debe recibir el mismo salario en ambos sectores. La ecuación (3.8) no permite la igualación instantánea de los salarios, por lo que el mercado laboral está segmentado (Agénor, 2005).

3.2.4. El gobierno

Los ingresos del gobierno provienen del impuesto a la producción en el sector de materia primas en la cantidad $\tau p_A Y_{A,t}$ y estos ingresos son transferidos a los hogares por medio de una transferencia de suma fija, T . Dado que el gobierno no tiene un gasto en consumo, ni deuda, la restricción presupuestal del gobierno es:

$$\tau p_A Y_{A,t} = T_t \quad (3.9)$$

3.2.5. Los hogares

Se supone que el hogar representativo posee todo el capital y las materias primas. Además, parte del capital físico se financia en el mercado mundial. La restricción presupuestal del hogar representativo es:

$$w_{A,t} L_{A,t} + w_{M,t} L_{M,t} + R_{F,t} F + (R_K - \delta) K_t + T_t - r^W D_t = p_A C_{A,t} + C_{M,t} + I_t - \dot{D}_t \quad (3.10)$$

donde $w_A L_A + w_M L_M$ es el ingreso salarial, $R_F F$ es el ingreso por la renta del factor tierra, $(R_K - \delta) K = r^W K$ es el ingreso neto de depreciación por la renta del capital, T es el ingreso por transferencias, D es la deuda externa, $r^W D$ es el pago de intereses sobre la deuda externa y \dot{D}_t es el incremento de la deuda externa en el tiempo o la variación del ahorro externo. En consecuencia, el lado izquierdo de la ecuación (3.10) es el ingreso disponible del hogar representativo, mientras que el lado derecho son los gastos. Por lo tanto, $p_A C_{A,t}$ es el valor del consumo en el bien de recursos naturales, $C_{M,t}$ es el consumo del bien manufactura, I_t es la inversión bruta, que se representa como:

$$I_t = \dot{K}_t, \quad (3.11)$$

donde $\dot{K}_t = dK/dt$. Por simplicidad, y una limitante, se supone que los hogares ahorran una fracción constante de su ingreso disponible (no hay elección intertemporal). El ahorro de los hogares, $s_{H,t}$, es:

$$S_{H,t} = s (w_{A,t} L_{A,t} + w_{M,t} L_{M,t} + R_{F,t} F + R_K K_t + T_t - r^W D_t) \quad (3.12)$$

donde s es la tasa de ahorro que es una fracción constante y exógena ($0 < s < 1$).

3.2.6. El comportamiento de la deuda

Como se dijo, \dot{D}_t es la variación del ahorro externo, pero también representa el déficit de la cuenta corriente, $\dot{D}_t = r^W - (X_t - M_t)$, donde X son las exportaciones y M son las importaciones. También, el déficit de la cuenta corriente puede representar el ahorro de los no residentes, $r^W - (X_t - M_t) = S_f$ y esto es igual a $C_t + I_t - Y_{INB,t}$, donde C_t es el consumo agregado de ambos sectores e Y_{INB} es el Ingreso Nacional Bruto.

Por otro lado, vamos a suponer que solamente una fracción, d_t , de capital físico sirve como colateral para préstamos en el mercado mundial, en donde $0 < d_t < 1$. Por lo consiguiente

$$d_t = \frac{D_t}{K_t}. \quad (3.13)$$

En consecuencia, $D_t = d_t K_t$, es decir, la deuda externa es igual a una fracción del capital físico, con ello se impone la restricción al financiamiento externo (Barro *et al.*, 1995) y se asegura que los residentes del país poseen todo el capital que fue financiado por préstamos

en el mercado mundial. Por lo anterior, los residentes adquieren la deuda del capital. Si se considera que $\dot{D}_t = d_t \dot{K}_t$ y (3.11), la expresión $(I_t - \dot{D}_t)$ de (3.10) es igual al gasto efectivo de la inversión neta, $(1 - d_t) I_t$, tal y como se deduce en (3.20).

De acuerdo a Villanueva y Mariano (2007), en cualquier momento del tiempo, el préstamo de ahorro externo neto es un porcentaje del producto de deuda neta tomado a una tasa igual a la tasa de crecimiento del *stock* de capital, más la diferencia entre el producto marginal, la depreciación y la tasa de interés mundial, es decir:

$$\frac{\dot{d}_t}{d_t} = \beta A_M K_t^{\beta-1} L_{M,t}^{1-\beta} - \delta - r^W. \quad (3.14)$$

La ecuación anterior representa un costo de ajuste al préstamo externo neto. Este costo mide la discrepancia entre el producto marginal y la tasa de interés mundial.

3.2.7. Mercados

Para obtener la igualdad agregada ahorro-inversión, se sustituye $w_{A,t}$, $w_{M,t}$, $R_{A,t}$, R_K y T_t , ecuaciones (3.2), (3.3), (3.5), (3.6) y (3.9), en el ingreso disponible del hogar representativo, lado izquierdo de la ecuación (3.10), asimismo sustituimos (3.11) en el lado derecho de la misma ecuación, obteniéndose:

$$p_A Y_{A,t} + Y_{M,t} - r^W D_t = p_A C_{A,t} + C_{M,t} + (\dot{K}_t + \delta K_t) - \dot{D}_t \quad (3.15)$$

donde $p_A Y_A + Y_M - r^W D_t$ es el ingreso nacional neto. Así, coincide el ingreso disponible del hogar representativo con el neto. Con esto, es posible representar de una forma distinta a la ecuación (3.12), es decir:

$$S_{H,t} = s (p_A Y_{A,t} + Y_{M,t} - r^W D_t). \quad (3.16)$$

Al reordenar la ecuación (3.10), tomando en cuenta (3.16), se obtiene la condición agregada de que el ahorro es igual a inversión:

$$(p_A Y_{A,t} + Y_{M,t} - r^W D_t) - (p_A C_{A,t} + C_{M,t}) + \dot{D}_t = \dot{K}_t + \delta K_t, \quad (3.17)$$

donde $(p_A Y_{A,t} + Y_{M,t} - r^W D_t) - (p_A C_{A,t} + C_{M,t})$ es el ahorro doméstico o ahorro neto de los hogares. Tomando en cuenta la ecuación (3.17), la ecuación (3.15) se convierte en:

$$s_{H,t} + \dot{D}_t = \dot{K}_t + \delta K_t. \quad (3.18)$$

La ecuación (3.18) establece que el ahorro doméstico, $s_{H,t}$, más el ahorro externo, \dot{D}_t , es igual a la inversión bruta. Otra manera de ver el ahorro de los residentes es reordenar la ecuación (3.18); para ello, se despeja al ahorro, además se sabe que $\dot{D}_t = d_t \dot{K}_t$, si se sustituye esta última expresión, se obtiene $s_{H,t} = (1 - d_t) \dot{K}_t + \delta K_t$, es decir, el ahorro doméstico financia el gasto efectivo en inversión bruta. Si se regresa a (3.18) con (3.16), tenemos

$$s(p_A Y_{A,t} + Y_{M,t} - r^W D_t) + \dot{D}_t = \dot{K}_t + \delta K_t \quad (3.19)$$

Si trasladamos a \dot{D}_t del otro lado de la ecuación y hacemos lo mismo para la depreciación δK_t , además, de como establecimos en la sección 3.2.6, el término $\dot{K}_t - \dot{D}_t = (1 - d_t) \dot{K}_t$, lo sustituimos en la ecuación anterior, obtenemos:

$$s(p_A Y_{A,t} + Y_{M,t} - r^W D_t) - \delta K_t = (1 - d_t) \dot{K}_t$$

Si dividimos la ecuación anterior por K_t y sustituimos (3.13), al despejar a \dot{K}_t/K_t , obtenemos finalmente:

$$\frac{\dot{K}_t}{K_t} = \frac{s \left(p_A \frac{Y_A}{K_t} + \frac{Y_M}{K_t} - r^W d_t \right)}{1 - d_t} - \frac{\delta}{1 - d_t} + \frac{\dot{d}_t}{1 - d_t}. \quad (3.20)$$

3.3. La solución en el estado estacionario

El modelo completo de la economía que se ha construido consta de los parámetros siguientes: p_A , A_A , A_M , F , α , β , δ , τ , s y r^W ; y con variables endógenas: Y_A , Y_M , K , D , w_A , w_M , n y s_H . Las ecuaciones (3.8), (3.13) y (3.19) conforman un sistema de ecuaciones diferenciales.

Como existen rendimientos constantes a escala en ambos sectores, el estado estacionario implica que las variables n , K y d_K tienen tasas de crecimiento igual a cero (es decir: $\dot{n}_t/n_t = \dot{d}_t/d_t = \dot{K}_t/K_t = 0$). Con lo anterior, y para encontrar las soluciones de largo plazo de la economía empezaremos con la ecuación (3.8), ya que es posible conocer el nivel de K , es decir:

$$K = \left[\frac{A_M \beta}{(r^W + \delta)} \right]^{\frac{1}{1-\beta}} (1 - n). \quad (3.21)$$

Ahora, es posible encontrar el nivel de n . Primeramente, con el supuesto de estado estacionario, $\dot{n}_t/n_t = 0$; al sustituir (3.2) y (3.5) en (3.8) se obtiene la condición estática de asignación eficiente del trabajo en ambos sectores, es decir:

$$p_A A_A F^\alpha (1 - \alpha) n^{-\alpha} (1 - \tau) = A_M K^\beta (1 - \beta) (1 - n)^{-\beta}, \quad (3.22)$$

la ecuación anterior, (3.22), establece que el valor del producto marginal del trabajo en ambos sectores debe ser igual en todo momento. Si se sustituye el valor de (3.21) en (3.22) se tiene a la población asignada en el sector de recursos naturales en el largo plazo² (en este nivel la migración no tiene lugar), es decir:

$$n^* = \left[p_A (1 - \tau) \left(\frac{1 - \alpha}{1 - \beta} \right) \left(\frac{A_A}{A_M} \right) \left(\frac{r^W + \delta}{\beta A_M} \right)^{\beta/(1-\beta)} \right]^{1/\alpha} F. \quad (3.23)$$

También es posible conocer la fracción de la población asignada al sector manufacturero en estado estacionario, es decir:

$$(1 - n)^* = 1 - \left[p_A (1 - \tau) \left(\frac{1 - \alpha}{1 - \beta} \right) \left(\frac{A_A}{A_M} \right) \left(\frac{r^W + \delta}{\beta A_M} \right)^{\beta/(1-\beta)} \right]^{1/\alpha} F. \quad (3.24)$$

En consecuencia, el nivel de K de estado estacionario es:

$$K^* = \left[\frac{A_M \beta}{(r^W + \delta)} \right]^{\frac{1}{1-\beta}} (1 - n)^*. \quad (3.25)$$

Es posible obtener el nivel de la razón deuda capital, d , en el estado estacionario. A partir de (3.20) y suponiendo que las tasas de crecimiento son iguales a cero, además de sustituir oportunamente (3.4) y (3.25), se obtiene:

$$d^* = \frac{p_A A_A F^\alpha n^{*(1-\alpha)}}{r^W K^*} + \frac{r^W + \delta}{r^W \beta} - \frac{\delta}{r^W s}, \quad (3.26)$$

donde ; n^* y K^* están dadas por las ecuaciones (3.23) y (3.25).

Finalmente, se despeja a s de la ecuación (3.19) en el estado estacionario para determinar el Ingreso Nacional Bruto, Y_{INB}^* . Dado que d^* fue deducida por medio de la ecuación (3.26) y por (3.12), es posible establecer la identidad $D^* = d^* K^*$, con ello, Y_{INB}^* debe ser:

$$Y_{INB}^* \equiv p_A A_A F^\alpha n^{*(1-\alpha)} + A_M K^{*\beta} (1 - n)^{*(1-\beta)} - r^W d^* K^* = \delta K^* / s \quad (3.27)$$

²Los niveles de estado estacionario se denotan con un *.

Por lo tanto, se ha encontrado la solución de estado estacionario, es decir los niveles de n^* , $(1 - n)^*$, K^* , d^* e Y_{INB}^* . Dado que no existen costos de ajustes en el capital, pero si en la asignación del trabajo (migración de un sector a otro), (3.8), y en la razón deuda-capital, (3.13), el modelo tiene dinámica de transición en n y d , mientras que el capital “brinca”.

3.4. Estabilidad y dinámica del modelo

Debido a que el sistema de ecuaciones diferenciales, formado por (3.8), (3.14) y (3.20) es no lineal, no admite solución analítica (cerrada), es por ello que se debe evaluar la estabilidad del modelo y su dinámica de manera numérica.

Para evaluar la estabilidad del modelo, procedemos con los pasos siguientes³: a) derivamos las ecuaciones con respecto a n , d y K ; b) evaluamos en la vecindad del estado estacionario n^* , d^* y K^* ; c) construimos la matriz jacobiana correspondiente; y d) establecemos si se trata de un atractor, de un repulsor o de un punto silla. Para ello, suponemos los mismos valores de los parámetros que aparecen en Casares *et al.* (2014), los cuales son: $A_A = 1.2$, $A_M = 1.2$, $F = 1$, $\alpha = 0.3$, $\beta = 0.4$, $s = 0.18$, $r^W = 0.03$, $\tau = 0$ y $P_A = 2$. En este caso, la aproximación lineal en las inmediaciones del estado estacionario es un punto silla, esto porque la matriz jacobiana presenta valores propios reales tanto positivos como negativos (Lomelí y Rumbos, 2003).

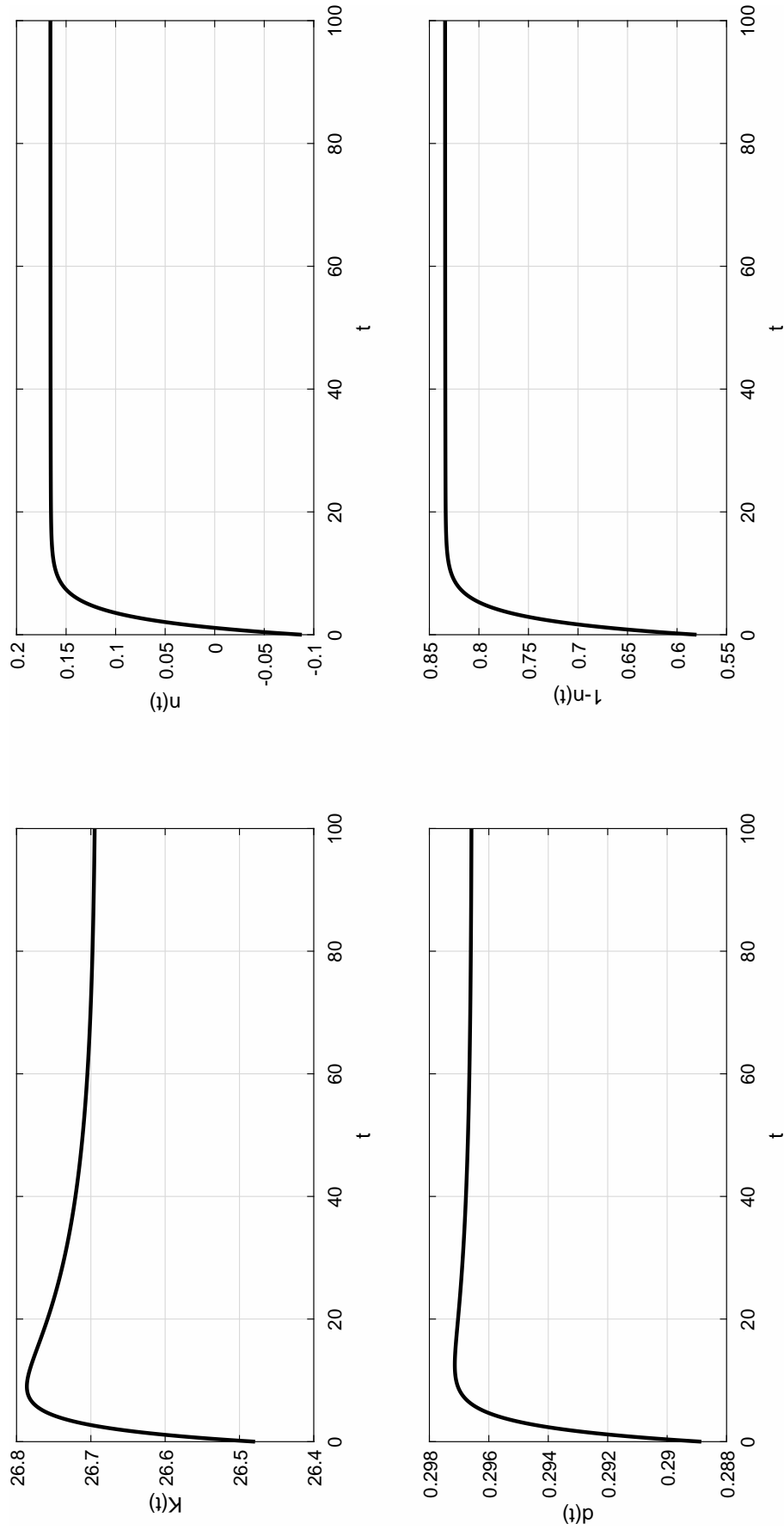
Al establecer que la matriz jacobiana es un punto silla, el problema se convierte en determinar los valores iniciales (problema de valor inicial) que establece la ruta de crecimiento en la variedad estable (cuantificación local), solamente válida en un entorno del estado estacionario. De acuerdo con Barro y Sala-i-Martin (2009), es posible determinar estos valores mediante dos métodos alternativos: i) solucionar el sistema numérico transformando el sistema no lineal en uno lineal y así encontrar los puntos iniciales; o ii) usar el “método de la eliminación del tiempo” de Mulligan y Sala-i-Martin (1991), el cual consiste en encontrar una *función de política* del sistema linealizado. Aquí optamos por el primer método (ver apéndice B). La solución del sistema, dado por (3.8), (3.14) y (3.20), con los valores numéricos mencionados es:

³Para el procedimiento aquí mencionado, véase el Apéndice A del presente capítulo.

$$\begin{aligned}
 K_t &= K^* + C_1\mu_1e^{-\lambda_1t} + C_2\mu_2e^{-\lambda_2t} - C_3\mu_3e^{\lambda_3t} \\
 n_t &= n^* + C_1\gamma_1e^{-\lambda_1t} - C_2\gamma_2e^{-\lambda_2t} + C_3\gamma_3e^{\lambda_3t} \\
 d_t &= d^* + C_1\psi_1e^{-\lambda_1t} + C_2\psi_2e^{-\lambda_2t} + C_3\psi_3e^{\lambda_3t}
 \end{aligned} \tag{3.28}$$

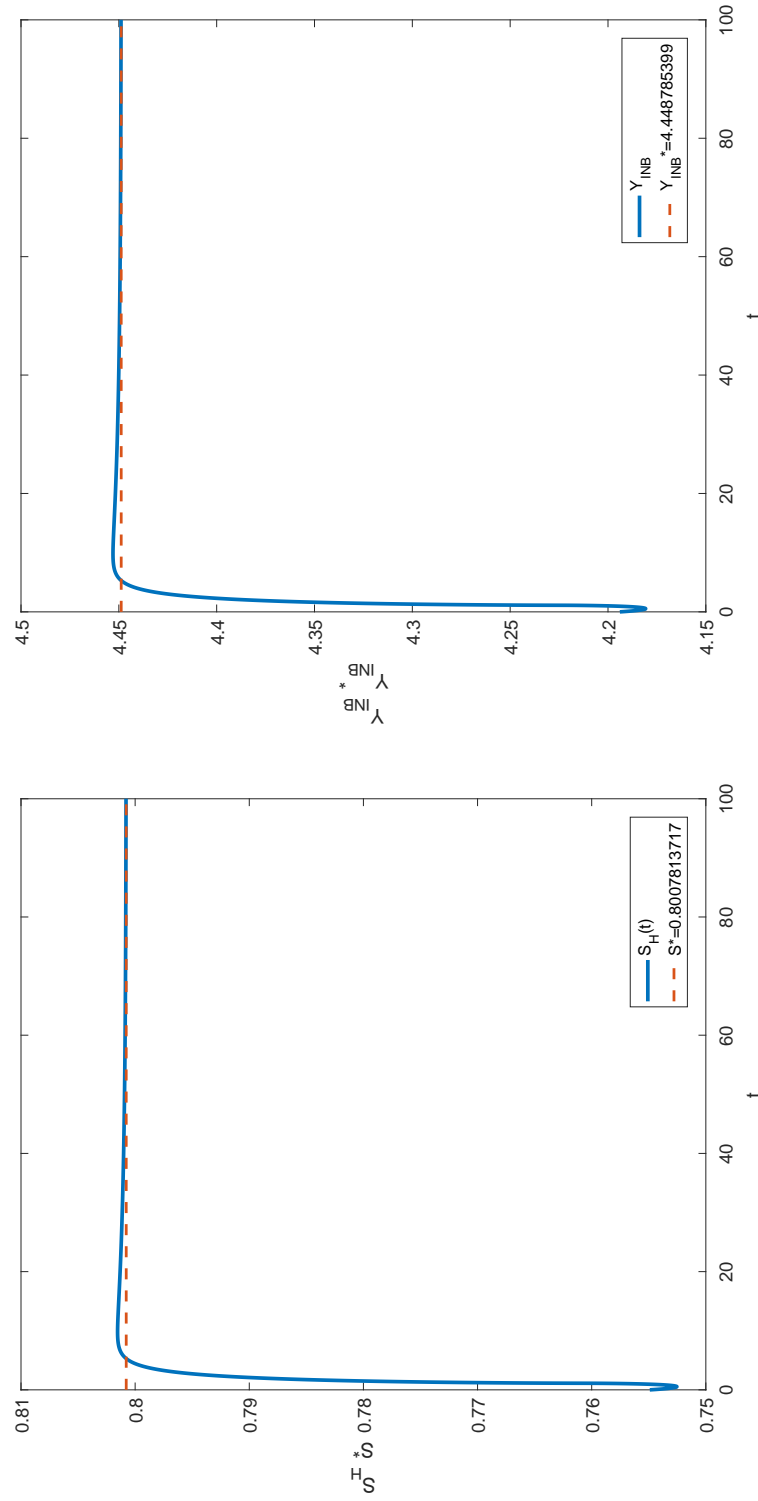
donde $K^* = 26.2927$, $n^* = 0.1658$, $d^* = 0.2965$, $\lambda_1 = \frac{191575641907013}{500000000000000}$, $\lambda_2 = \frac{426347169941423}{1000000000000000}$, $\lambda_3 = \frac{75258975908403}{5000000000000000}$, $\mu_1 = 0.824215155069584$, $\mu_2 = 0.999947110983829$, $\mu_3 = 0.978580584642433$, $\gamma_1 = 0.565931711403365$, $\gamma_2 = 0.00737683251293642$, $\gamma_3 = 0.00638292274820776$, $\psi_1 = 0.0197655301390986$, $\psi_2 = 0.00716642010834716$ y $\psi_3 = 0.205765151709575$. Solamente los valores de C_1 y C_2 fueron determinados para calcular la variedad estable (ver apéndice B). Una vez que se ha solucionado el sistema numérico (completamente), la figura 3.1 muestra las trayectorias solución que aparecen en (3.27) de las variables endógenas, mientras que la figura 3.2 muestra el nivel de ahorro, (3.16), y el Y_{INB} , (3.27) (Para ver el procedimiento analítico véase el Apéndice B).

Figura 3.1: Estimaciones numéricas de las trayectorias: $K(t)$, $d(t)$, $n(t)$ y $(1 - n(t))$



Fuente: Elaboración propia en matlab.

Figura 3.2: Estimaciones numéricas de las trayectorias: S_H e Y_{INB}

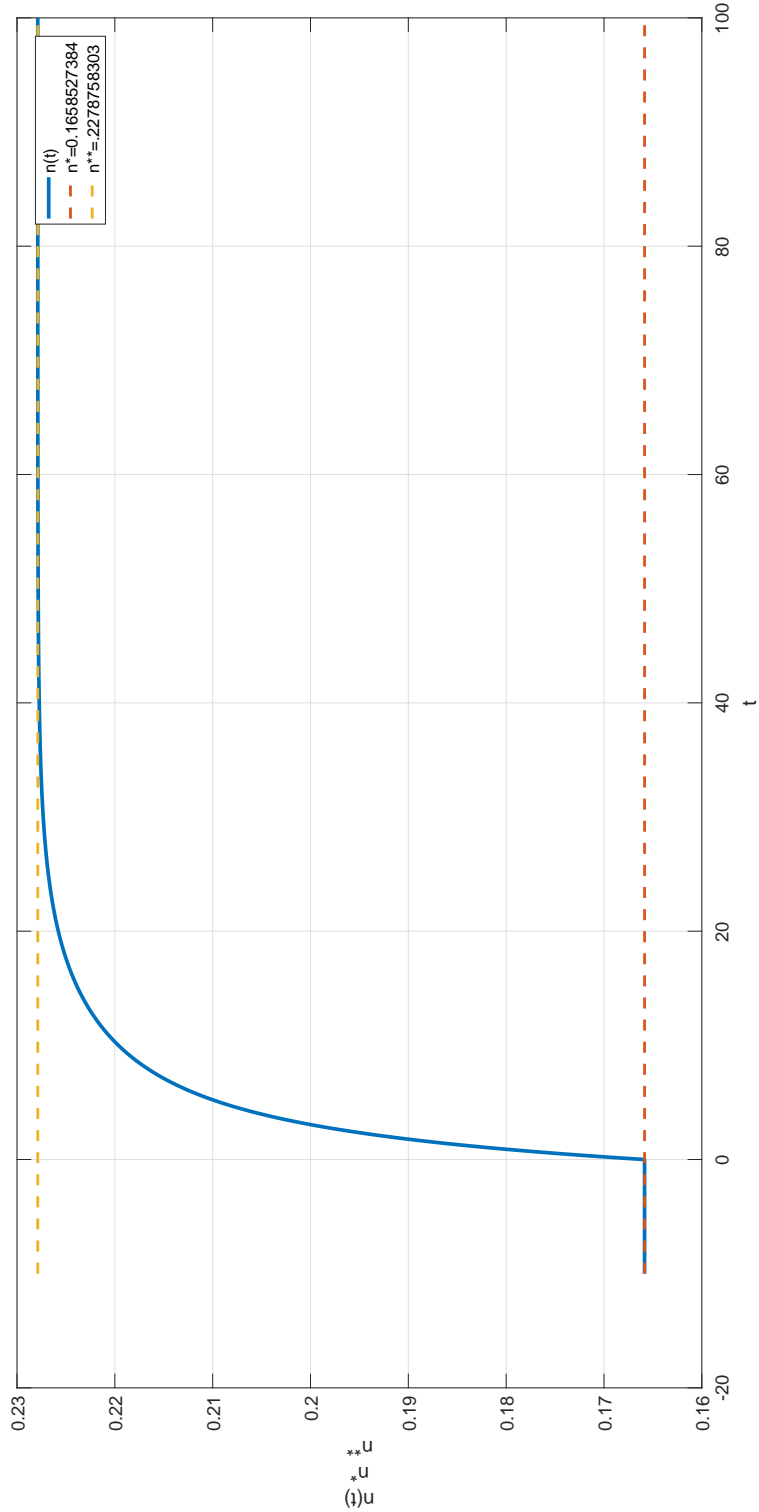


Fuente: Elaboración propia en matlab.

3.5. Un aumento en los términos de intercambio y la respuesta del gobierno

Por el momento, seguiremos suponiendo que no hay intervención gubernamental, es decir $\tau = 0$. Además, supondremos que estamos en el equilibrio de largo plazo. Si la economía enfrenta un aumento en los términos de intercambio, debido a un auge de materias primas (es decir un aumento de p_A en la ecuación (3.23)), se tiene $\partial n^*/\partial p_A > 0$. Esto ocasiona un aumento en n^* , debido a que el salario en el sector de materias primas (valor del producto marginal del trabajo en el sector) momentáneamente es mayor que el salario en el sector manufacturero. Así, el trabajo fluye instantáneamente del sector industrial al de materias primas, es decir, reduce el nivel de recursos laborales en $(1 - n)^*$ (ya que por (3.24), la $\partial(1 - n)^*/\partial p_A < 0$). En la figura 3.3 se muestra la dinámica de transición y la nueva asignación de largo plazo del trabajo.

Figura 3.3: Dinámica de transición de $n(t)$ cuando aumentan los términos de intercambio

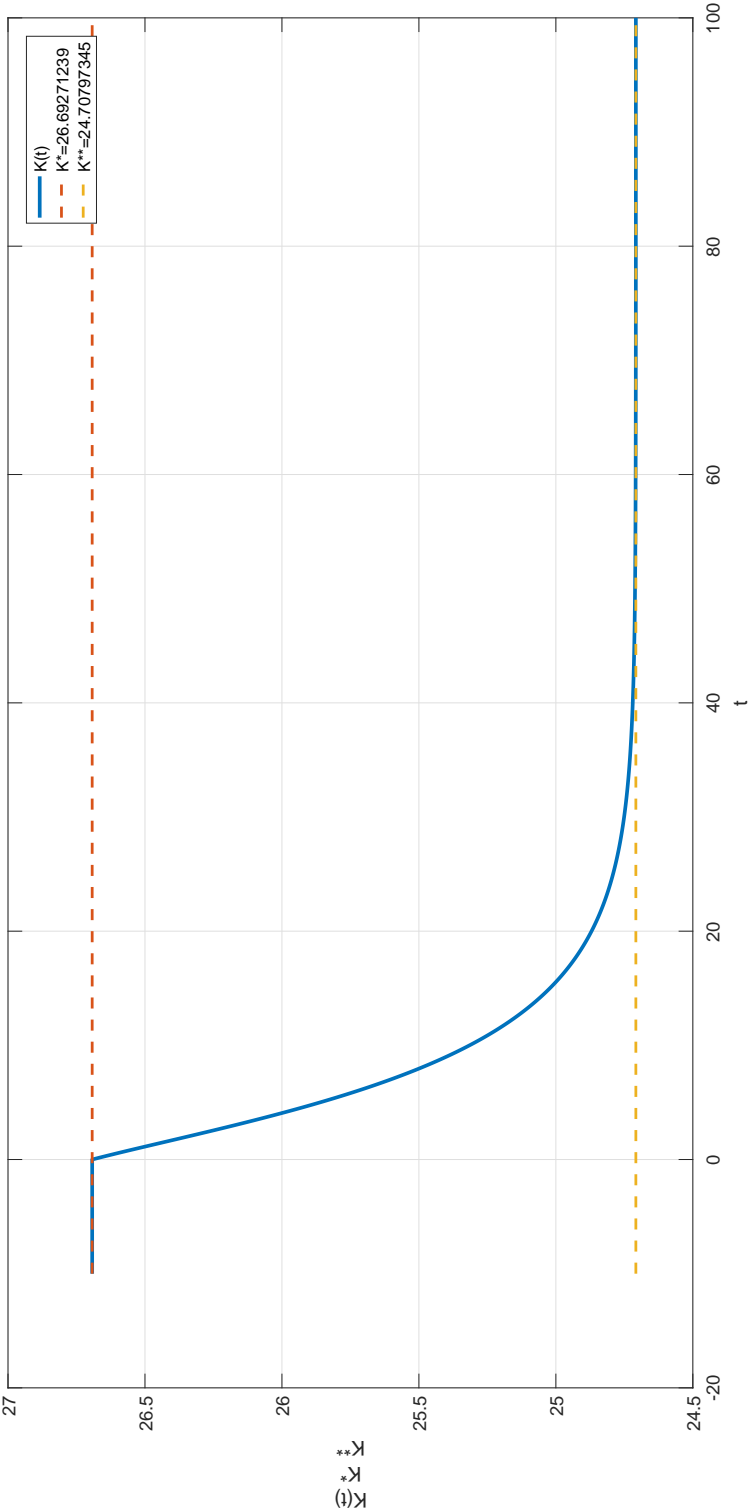


Fuente: Elaboración propia en matlab.

3.5. UN AUMENTO EN LOS TÉRMINOS DE INTERCAMBIO Y LA RESPUESTA DEL GOBIERNO

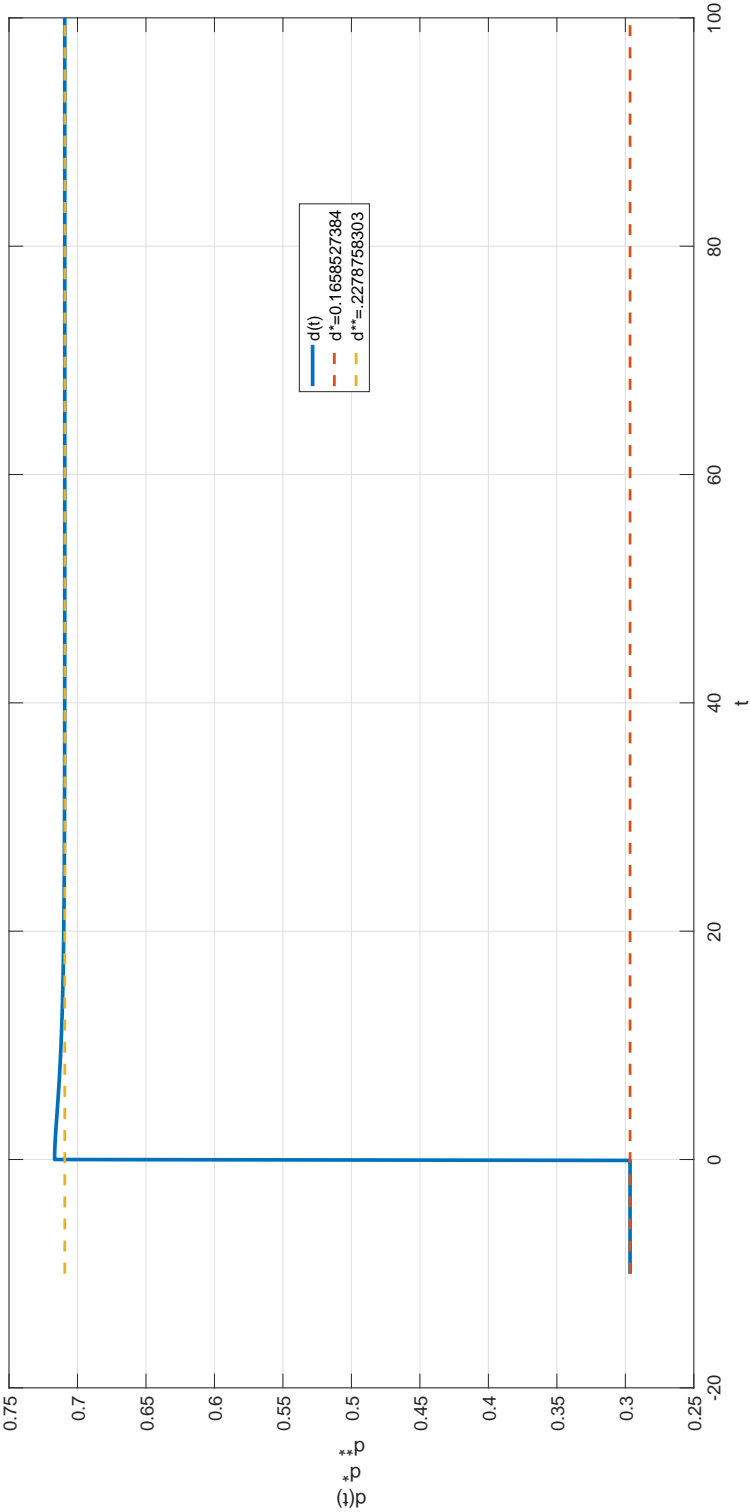
La ecuación (3.21) también presenta modificaciones, ya que al aumentar el salario en el sector de recursos naturales, el porcentaje de la población empleada en el sector manufacturero disminuye, es decir $\partial(1 - n)^*/\partial p_A < 0$ y con ello el capital de estado estacionario, $\partial K^*/\partial(1 - n)^* < 0$. Esto indica que un aumento en p_A conlleva una disminución en K^* . La disminución en $(1 - n)^*$, K^* y la producción manufacturera es lo que se conoce como desindustrialización directa (Corden y Neary, 1982), la figura 3.4 muestra esta disminución. Cuando aumentan los términos de intercambio, la razón deuda-capital de estado estacionario también aumenta, es decir $\partial d^*/\partial p_A > 0$, debido a que parte del capital es financiado externamente, la figura 3.5 establece la dinámica de transición de la deuda.

Figura 3.4: Dinámica de transición de $K(t)$ cuando aumentan los términos de intercambio



Fuente: Elaboración propia en matlab.

Figura 3.5: Dinámica de transición de $d(t)$ cuando aumentan los términos de intercambio



Fuente: Elaboración propia en matlab.

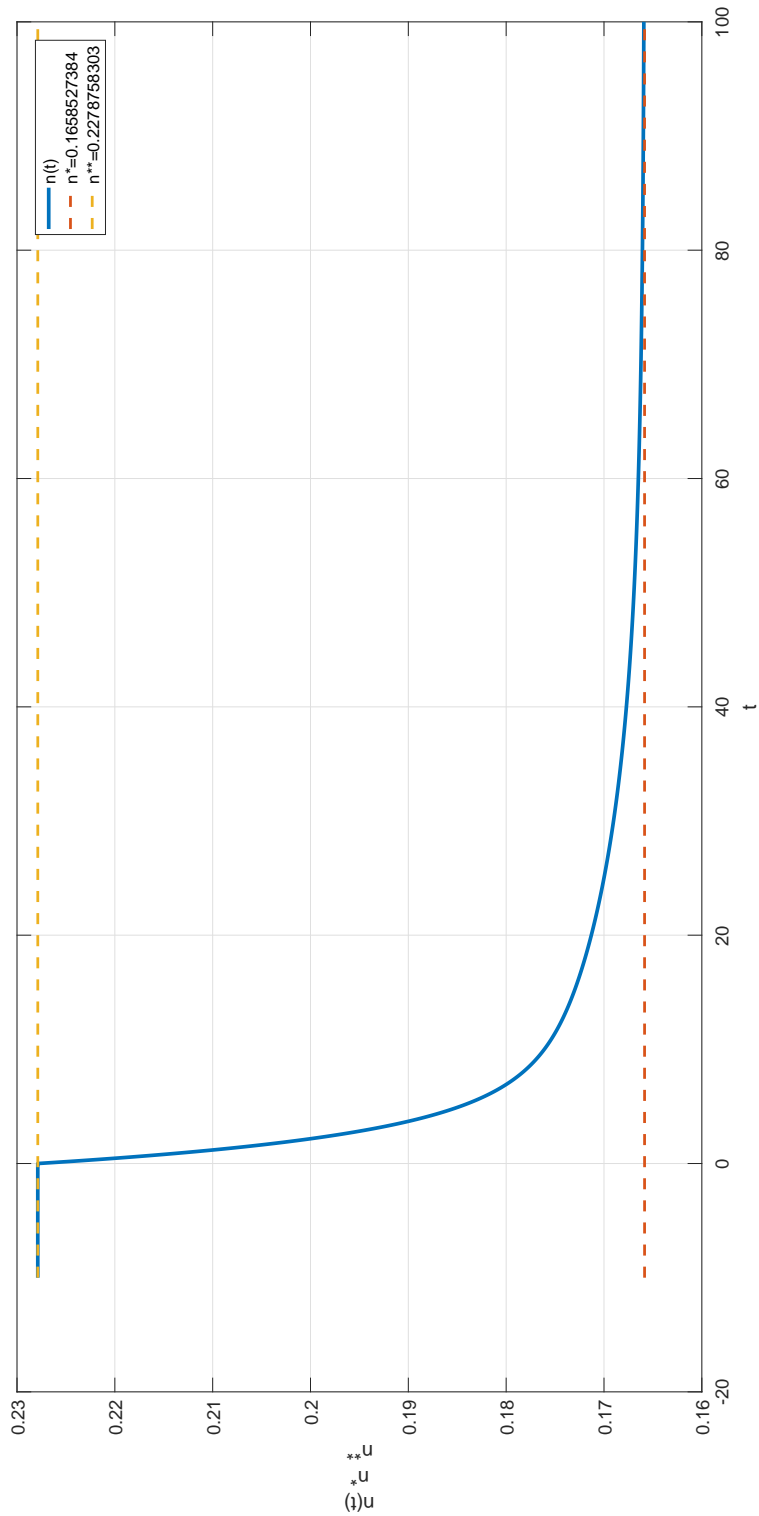
3.5. UN AUMENTO EN LOS TÉRMINOS DE INTERCAMBIO Y LA RESPUESTA DEL GOBIERNO

Por último, si $\partial K^*/\partial p_A < 0$ y $\partial Y_{INB}^*/\partial K^* > 0$, entonces $\partial Y_{INB}^*/\partial p_A = (\partial Y_{INB}^*/\partial K^*)(\partial K^*/\partial p_A) < 0$. Esto significa que cuando los términos de intercambio aumentan, el ingreso nacional bruto disminuye. Debido a que, en el estado estacionario, la disminución del capital contrae el ahorro, porque existió una disminución en Y_{INB}^* . Se concluye que cuando los términos de intercambio aumentan, $(1 - n)^*$, K^* e Y_{INB}^* disminuyen y d^* aumenta.

Con los datos referidos en la sección anterior, podemos mostrar una simulación numérica para explicar cómo la economía pasa de un estado estacionario a otro. Si los niveles de los parámetros se mantienen, los resultados numéricos son $n^* = 0.1659$, $(1 - n^*) = 0.8341$, $K^* = 26.6927$, $d^* = 0.2965$ y $Y_{INB}^* = 4.4487$. Al aumentar los términos de intercambio, es decir, pasar de $p_A = 2$ a $p_A = 2.2$, el resultado numérico del estado estacionario se modifica a $n^{**} = 0.2279$, $(1 - n^{**}) = 0.7721$, $K^{**} = 24.7079$, $d^{**} = 0.7092$ y $Y_{INB}^{**} = 4.1179$. La proporción de trabajo en el sector manufacturero disminuye de 0.8341 a 0.7721 y el acervo de capital disminuye de 26.6927 a 24.7079 (véase la figura 3.4). Dado que en el estado estacionario siempre se cumple la igualdad $sY_{INB}^* = \delta K^*$, se tiene que al disminuir el capital, el ahorro también se reduce porque se ha reducido el ingreso nacional bruto, acompañado por un aumento en d^* . Por lo tanto, Y_{INB}^* disminuye de 4.4487 a 4.1179 y d^* aumenta de 0.2965 a 0.7092, mostrado en la figura 3.5. Nótese que el capital brinca de un estado estacionario a otro, debido a que no se introducen costos de ajuste al capital.

Dada la desindustrialización, el gobierno responde con un aumento en τ en un tiempo posterior. Con la ecuación (3.23), se obtiene que $\partial n^*/\partial \tau < 0$ y para la ecuación (3.24) la $\partial(1 - n)^*/\partial \tau > 0$. Al aumentar el impuesto, τ , el salario en el sector de recursos naturales momentáneamente es inferior que el salario en la manufactura, entonces en la transición el trabajo va aumentando en el sector manufacturero hasta asignarse en el nivel de largo plazo (véase la Figura 3.6). Por lo tanto, la intervención gubernamental reasigna trabajo entre los sectores vía salarios.

Figura 3.6: Dinámica de transición de $n(t)$ cuando aumenta la tasa impositiva

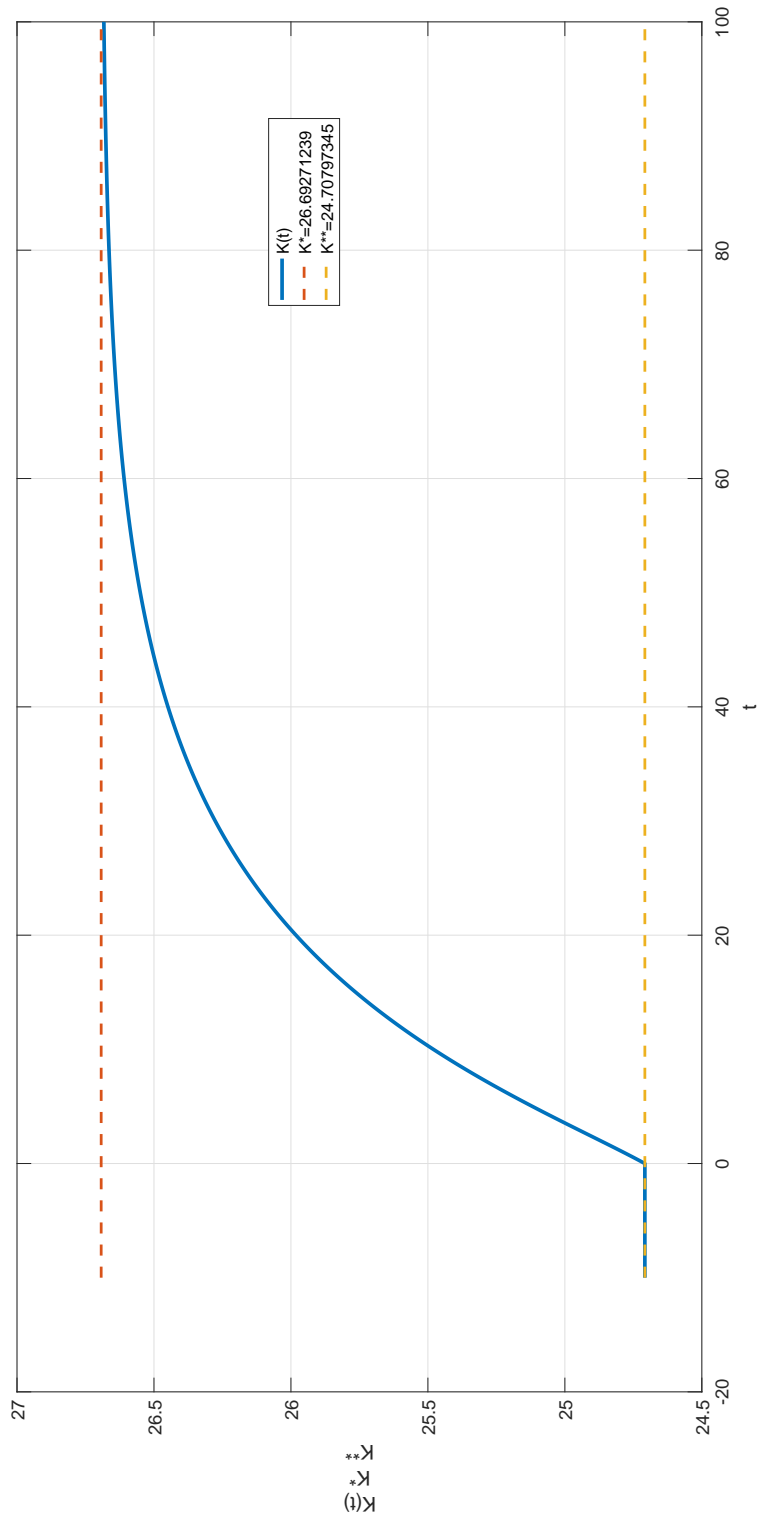


Fuente: Elaboración propia en matlab.

3.5. UN AUMENTO EN LOS TÉRMINOS DE INTERCAMBIO Y LA RESPUESTA DEL GOBIERNO

Al utilizar la ecuación (3.25), se tiene que $\partial K^*/\partial\tau = (\partial K^*/\partial(1-n)^*)(\partial(1-n)^*/\partial\tau)$, y con ello se determina $\partial K^*/\partial\tau > 0$. Por lo tanto, el aumento en la tasa impositiva a la producción, hace que el nivel de K^* aumente. Como $(1-n)^*$ y K^* aumentan, se revierte la desindustrialización (véase la figura 3.7).

Figura 3.7: Dinámica de transición de $K(t)$ cuando aumenta la tasa impositiva



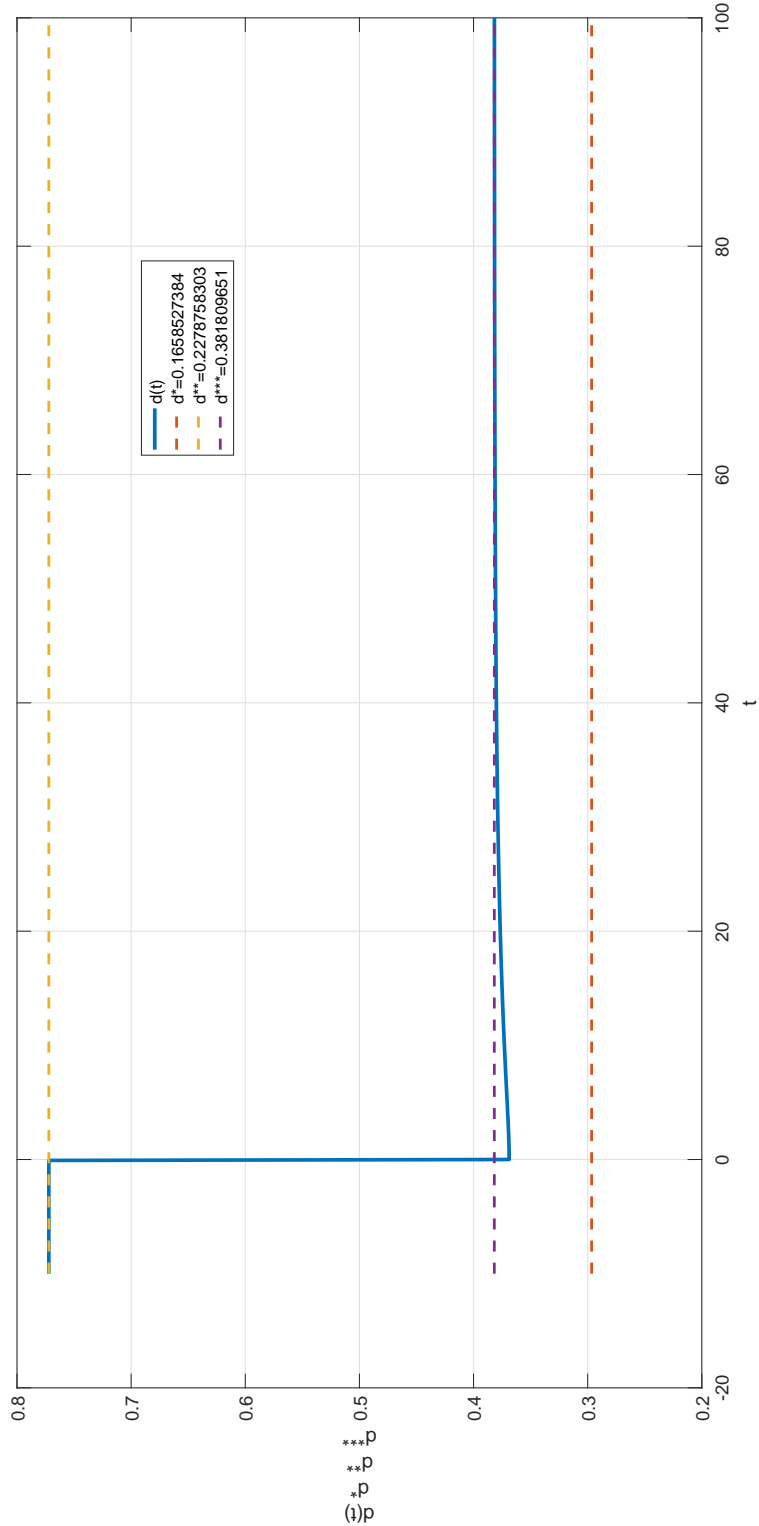
Fuente: Elaboración propia en matlab.

3.5. UN AUMENTO EN LOS TÉRMINOS DE INTERCAMBIO Y LA RESPUESTA DEL GOBIERNO

Con respecto a d^* , se comprueba $\partial d^*/\partial \tau < 0$, es decir, un aumento en τ , produce una disminución en d^* . Mientras que $\partial Y_{INB}^*/\partial \tau = (\partial Y_{INB}^*/\partial K^*)(\partial K^*/\partial \tau) > 0$, entonces un aumento en la tasa del impuesto sobre la producción aumenta Y_{INB}^* . Como $sY_{INB}^* = \delta K^*$, se tiene que al aumentar el capital, el ahorro tiene que aumentar por medio de un aumento en el ingreso nacional bruto, con una disminución en d^* , aunque no se regresa a la situación inicial. La conclusión es que cuando τ aumenta, $(1 - n)^*$, K^* y Y_{INB}^* aumentan, es decir la desindustrialización es corregida, mientras que d^* disminuye.

Considerando el mismo nivel de los parámetros pero con $p_A = 2.2$ y $\tau = 0.0909$, este último se obtuvo al despejar τ de la ecuación (3.25). Se obtiene $(1 - n)^* = 0.8341$, $K^* = 26.6927$, $d^* = 0.3817$ e $Y_{INB}^* = 4.4487$ ($\delta K^*/s = 4.4487$). Se observa, que la proporción de trabajo en el sector manufacturero, el acervo de capital y el ingreso nacional bruto son iguales que cuando $p_A = 2$. Mientras que d^* disminuye de 0.7092 a 0.3817 (el nivel de d^* no es el mismo que cuando $p_A = 2$ (véase la figura 3.8), debido a que $p_A = 2.2$ y d no aparecen en la ecuación (3.25).

Figura 3.8: Dinámica de transición de $d(t)$ cuando aumenta la tasa impositiva



Fuente: Elaboración propia en matlab.

3.6. Conclusiones

Basado en Casares *et al.* (2014) se ha construido un modelo ampliado de crecimiento con dos sectores para estudiar la desindustrialización directa. La ampliación consiste en proponer dos costos de ajuste, uno de ellos a la migración sectorial y otro a la deuda. También, se muestra la condición de que al aumentar los términos de intercambio (el incremento de los precios mundiales de los bienes de recursos naturales de exportación), el salario en el sector de recursos naturales es mayor que el salario en la manufactura, y por lo tanto, el trabajo fluye dinámicamente al sector de recursos naturales (figura 3.3). En consecuencia, el sector manufacturero pierde trabajo. Por otro lado, el aumento en los términos de intercambio produce una disminución del acervo de capital físico en el sector manufacturero (figura 3.4). Así, el sector manufacturero pierde capital y trabajo. Además, el ingreso nacional bruto disminuye, acompañado por un aumento en la proporción deuda a capital (figura 3.5). En este modelo, la disminución del trabajo, del acervo de capital y la producción en el sector de manufactura, se ha definido como desindustrialización directa.

Como se mencionó en la introducción, uno de los mecanismos para disminuir los efectos de la desindustrialización es una política tributaria gubernamental. Así, el gobierno responde con un aumento en la tasa del impuesto a la producción del sector de recursos naturales. Lo anterior produce que el salario en el sector de recursos naturales sea menor que el salario en la manufactura, entonces el trabajo en el sector manufacturero aumenta y disminuye en el sector de recursos naturales (figura 3.6). Al aumentar el trabajo en la manufactura, aumenta el nivel de capital en el sector (figura 3.7). Además, el ingreso nacional bruto aumenta, acompañado por una disminución en la proporción deuda a capital (figura 3.8). De acuerdo con el modelo construido, la deuda privada juega un papel importante en el crecimiento económico, aunque tiene límites, particularmente, en ambientes volátiles de incrementos en las tasas de interés mundial y de riesgo. Básicamente, el ahorro extranjero puede aumentar el acervo de capital doméstico, pero esto no es suficiente, ya que el nivel de deuda puede aumentar los niveles de ingreso y consumo sin propiciar el aumento del *stock* de capital. Por ello, la política fiscal puede revertir el proceso de desindustrialización y con ello lograr canalizar la deuda privada hacia el sector industrial.

El modelo construido en este capítulo no establece crecimiento económico, salvo por dos vías. La primera sería una disminución constante en los términos de intercambio en el sector exportador de materias primas, esto provocaría baja rentabilidad del sector y generaría un reacomodo para el sector manufacturero y ampliaría el capital, generando la expansión de la economía. La segunda vía es que deben aumentar los niveles de tecnología en los sectores. Aunque el aumento de la tecnología en el sector de recursos naturales ocasionaría una reasignación de salarios y con ello aumentos en el nivel de empleo para este sector, así como disminución de capital y aumento de deuda. Por ello, el aumento de la tecnología en el sector manufacturero, acompañado de una política tributaria, ocasionaría un crecimiento económico sostenido, efecto querido porque también disminuye la *ratio* deuda-capital. Desafortunadamente, el modelo presentado no establece el mecanismo por el que la tecnología (o *shocks* tecnológicos) crecería, es exógena al sistema. Una manera de incorporar cambio técnico endógeno es por medio del *learning by doing*, mismo que será desarrollado en el siguiente capítulo, además de incorporar un sector no-comerciable.

Básicamente, el incremento en los términos de intercambio ocasiona una variación de los movimientos de los precios mundiales en productos de recursos naturales que son los de exportación, y por consiguiente la variación de su tipo de cambio real. Con la incorporación de un sector no-comerciable, es posible mostrar que el aumento en el precio de los bienes primarios de exportación ocasiona una apreciación del tipo de cambio real y una desindustrialización indirecta, es decir, otra manera típica del surgimiento de la enfermedad holandesa.

Capítulo 4

Exportación de materias primas agrícolas, términos de intercambio y desarrollo económico

4.1. Introducción

La relación entre abundancia de recursos naturales y crecimiento económico es controversial. Algunos estudios empíricos muestran la existencia de una relación inversa entre abundancia de recursos naturales y crecimiento económico, pero otros estudios señalan que no existe dicha relación. En la literatura en donde sí existe una relación inversa, Sachs y Warner (1995) afirman que las economías con abundancia de recursos naturales han crecido menos que las economías con recursos naturales escasos (véase también Sachs y Warner 2001). Del mismo modo, Gylfason (2001) afirma que el capital natural desplaza al capital humano, desacelerando el desarrollo económico. Por lo anterior, se afirma frecuentemente que los recursos naturales han sido una maldición, en vez de haber sido una bendición. En la literatura en donde no existe relación, Lederman y Maloney (2007) señalan que no encontraron resultados robustos para afirmar que la abundancia de recursos naturales tiene un impacto negativo sobre el crecimiento. Además, Sala-i-Martin *et al.* (2004) muestran una relación positiva entre la participación de la minería en el PIB y el crecimiento económico.

Suponiendo la existencia de la maldición de los recursos naturales, ésta puede ser expli-

cada en general por dos clases de mecanismos, unos puramente económicos, otros institucionales. Respecto a los mecanismos puramente económicos, nos enfocamos en la enfermedad holandesa. Por lo tanto, cuando una economía con un gran sector exportador de materias primas tiene un fuerte aumento en el precio de su bien primario de exportación, se producirá una reasignación de recurso hacia el sector primario. Además, se producirá una apreciación del tipo de cambio real (aumento en el precio relativo del bien no-comerciable). Esto conducirá que el sector no-comerciable atraiga recursos y sea beneficiado y que el sector manufacturero pierda recursos y sea perjudicado. Por lo tanto, si el sector manufacturero es el sector líder en tecnología, el crecimiento económico puede ser dañado.

Respecto a los mecanismos institucionales, Sala-i-Martin y Subbramanian (2003) muestran que el desarrollo institucional es bajo en los países que poseen recursos naturales no-renovables abundantes. En consecuencia, el pobre crecimiento económico se debe a una baja calidad institucional. En particular, aseveran que la maldición de los recursos naturales para Nigeria se debe más a la corrupción producida por el petróleo que a la enfermedad holandesa. También, la maldición de los recursos puede actuar a través de la lucha interna por la propiedad de los recursos (véase Alvarez y Fuentes (2006a)). Asimismo, Ploeg (2007) afirma que muchos países abundantes en recursos naturales, en particular África, han tenido un mal desempeño económico por instituciones deficientes, por la falta del estado de derecho y por restricciones al comercio internacional. Finalmente, Frankel (2010b) rechaza la suposición que abundancia de recursos naturales equivale a fracaso, pues todo depende de las políticas a seguir, como fondos de materias primas transparentes, reglas fiscales y monetarias apropiadas para manejar los ingresos provenientes de los recursos naturales, entre otros.

En este capítulo se estudia la relación entre términos de intercambio y crecimiento económico, con énfasis en la enfermedad holandesa. En consecuencia, se desarrolla un modelo de crecimiento endógeno con tres sectores para una economía pequeña y abierta. La economía produce tres bienes, agrícola, manufacturero y no-comerciable. La función de producción del sector agrícola utiliza tierra y trabajo, y su producción es consumida y exportada. La función de producción del sector manufacturero utiliza capital-manufactura y trabajo, y su producción es consumida y acumulada. El bien manufacturero puede ser importado. Se supone que el sector manufacturero produce conocimiento tecnológico doméstico por medio

de un aprendizaje por la práctica (Romer (1989)). Como el conocimiento es un bien público, el conocimiento tecnológico es utilizado en el sector agrícola y en el sector no-comerciable. Por lo tanto, en el modelo hay tres externalidades de aprendizaje. Además, la función de producción del sector no-comerciable utiliza capital-no-comerciable y trabajo, y su producción es consumida y acumulada. Los hogares poseen el factor tierra y los dos tipos de capital, y ahorran una fracción constante y exógena de su ingreso disponible. También, los hogares están sujetos a una restricción de crédito externo.

Así, el modelo está ubicado en la bibliografía que estudia economías dependientes en crecimiento con dos o tres sectores. Por ejemplo, Wincoop (1993) añade un sector de la construcción a la economía dependiente para estudiar la enfermedad holandesa. Además, Turnovsky (1996) presenta un modelo de crecimiento endógeno en donde el capital físico es comerciable y el capital humano es no-comerciable. También, Korinek y Serven (2010) desarrollan un modelo de crecimiento endógeno en donde la producción de bienes intermedios comerciables genera mayores externalidades de aprendizaje que la producción de los no-comerciables. Asimismo, Ploeg (2007) estudia la enfermedad holandesa en una economía dependiente con acumulación de capital. Él concluye que la enfermedad holandesa se puede evitar. Finalmente, en donde todos los bienes son comerciables, Guilló y Perez-Sebastian (2010) presentan una economía mundial, en donde cada economía tiene dos sectores, agrícola y no agrícola. La producción en los dos sectores emplea tierra, capital y trabajo. Ellos enuncian que la tierra afecta positiva o negativamente al nivel de ingreso de largo plazo, dependiendo de la intensidad del trabajo en la producción del bien agrícola.

En este modelo, se muestra, en el estado estacionario, que cuando los términos de intercambio aumentan, es decir, cuando el precio relativo del bien agrícola exportable aumenta, el salario en la agricultura (valor del producto marginal del trabajo en el sector agrícola) momentáneamente es mayor que el salario en los otros sectores. Así, el trabajo fluye instantáneamente al sector agrícola. En consecuencia, la proporción de trabajo empleado en el sector agrícola aumenta. Como la proporción de trabajo empleado en el sector manufacturero se mantiene constante, el trabajo ganado por el sector agrícola es perdido por el sector no-comerciable. Por lo tanto, la proporción de trabajo empleado en el sector no-comerciable disminuye. Después de estos flujos instantáneos de trabajo, nuevamente se igualan los sa-

larios entre los sectores. También, dada la pérdida de trabajo en el sector no-comerciable, el rendimiento del capital-no-comerciable disminuye momentáneamente. Se estimula entonces la acumulación de capital en el sector manufactura y se desestimula en el sector no-comerciable. Por lo anterior, la relación capital-no-comerciable a capital-manufactura disminuye instantáneamente a un nuevo estado estacionario y los rendimientos nuevamente se igualan.

Además, se muestra que el tipo de cambio real (el precio relativo del bien no-comerciable) se mantiene en su mismo nivel en el nuevo estado estacionario. Es decir, la apreciación del tipo de cambio real no está presente (el típico mecanismo de transmisión de la enfermedad holandesa). Cuando los términos de intercambio aumentan, el sector manufacturero, líder tecnológico, no pierde trabajo y el capital-manufactura aumenta relativamente. Por lo tanto, en este modelo, no se produce un deterioro del sector manufacturero, es más, el sector manufactura es beneficiado. En consecuencia, no existe la enfermedad holandesa. Finalmente, como el sector líder en tecnología es beneficiado, la tasa de crecimiento de la economía aumenta. De esta manera, se ha dado un sustento teórico a la literatura empírica que afirma que la maldición de los recursos no se debe a la enfermedad holandesa sino a factores institucionales.

El capítulo está organizado de la siguiente manera. En la sección 2, se desarrolla un modelo de crecimiento endógeno de una pequeña economía abierta. En la sección 3, se presenta el modelo en variables estacionarias. En la sección 4, se presenta la solución en el estado estacionario. En la sección 5, se estudia la respuesta de la economía a un aumento en los términos de intercambio. En la sección 6, se presentan las conclusiones.

4.2. El modelo

En el modelo existen tres sectores productivos, agricultura de materias primas, manufactura y no-comerciable. El bien agrícola es producido, consumido y exportado. El bien manufacturero es producido, consumido, acumulado e importado. El bien no-comerciable es producido, consumido y acumulado. La economía es pequeña y abierta. Así, el precio del bien exportable agrícola, del bien importable manufacturero y la tasa de interés están da-

dos por el mercado mundial. Los modelos en donde el bien agrícola es exportado y el bien manufacturero es importado, caracterizan propiamente la estructura productiva de muchos países en desarrollo exportadores de materias primas (véase Roldos, 1991). Se considera que el sector manufacturero es el único que produce progreso técnico doméstico por medio de un aprendizaje por la práctica (*learning by doing*). El conocimiento se desborda al sector agrícola y al sector no-comerciable. La empresa representativa, en los tres sectores, maximiza los beneficios. Los hogares ahorran una fracción constante de su ingreso disponible y la restricción al crédito externo implica que solamente una fracción constante y exógena del capital-manufactura sirve como garantía para préstamos en el mercado mundial. Hay libre movilidad del trabajo entre los tres sectores.

4.2.1. El sector agrícola exportador

La empresa representativa en el sector agrícola es perfectamente competitiva. La función de producción de la empresa representativa es:

$$Y_A = A_A F^\alpha L_A^{1-\alpha} [K_M] \quad (4.1)$$

donde Y_A es la producción en el sector agrícola, A_A es la eficiencia en el sector, F es el factor tierra (factor fijo), L_A es el trabajo empleado en el sector agrícola, α es la participación de F en la producción agrícola y $(1 - \alpha)$ es la participación de L_A en la producción. El conocimiento tecnológico doméstico es creado solamente en el sector manufacturero por medio de un aprendizaje por la práctica. Así, el conocimiento depende únicamente del capital acumulado en el sector manufacturero, K_M . Dado que el conocimiento es un bien público, el conocimiento se desborda y es utilizado en el sector agrícola. Por lo tanto, $[K_M]$ es el efecto externo de K_M en la función de producción del sector agrícola. Para generar crecimiento endógeno y balanceado el exponente de K_M en la externalidad es uno. Así, la función de producción del sector agrícola tiene rendimientos constantes en el capital ampliamente medido.

Se define a P_A como el precio mundial constante del bien agrícola y a P_M como el precio mundial constante del bien manufacturero. Se considera a P_M como el numerario ($P_M = 1$). Así, el precio relativo del bien agrícola en términos del bien manufacturero, o términos de intercambio, está definido como $p_A = P_A/P_M$. Los beneficios de la empresa representativa

son $\pi_A = p_A A_A F^\alpha L_A^{1-\alpha} [K_M] - w_A L_A - R_F F$, donde w_A es el salario en el sector agrícola y R_F es el precio de renta de la tierra. La empresa representativa maximiza los beneficios tomando como dada la externalidad. Las condiciones marginales son:

$$w_A = p_A A_A F^\alpha (1 - \alpha) L_A^{-\alpha} [K_M] \quad (4.2)$$

$$R_F = p_A A_A \alpha F^{\alpha-1} L_A^{1-\alpha} [K_M] \quad (4.3)$$

la ecuación (4.2) dice que w_A es igual al valor del producto marginal de L_A . La ecuación (4.3) expresa que R_F es igual al valor del producto marginal de F .

4.2.2. El sector manufacturero importador

La empresa representativa en el sector manufacturero también es perfectamente competitiva y su función de producción es:

$$Y_M = A_M K_M^\beta L_M^{1-\beta} [K_M^{1-\beta}] \quad (4.4)$$

donde Y_M es la producción en el sector manufacturero, A_M es la productividad del sector, K_M es el capital físico acumulado con el bien manufacturero, L_M es el trabajo empleado en el sector, β y $(1 - \beta)$ son las participaciones de K_M y L_M en la producción manufacturera, respectivamente. Como ya fue mencionado, el conocimiento tecnológico doméstico es generado únicamente en este sector y depende de K_M . Por tanto, $[K_M^{1-\beta}]$ es la externalidad en el sector manufacturero. Para generar crecimiento endógeno y balanceado, se supone que el exponente de K_M en la externalidad es $(1 - \beta)$. En consecuencia, la función de producción del sector manufacturero tiene rendimientos constantes en el capital ampliamente medido. Se supone que K_M es usado únicamente en el sector.

Se define a r^W como la tasa constante de interés mundial. Se considera que la tasa de depreciación de K_M es cero. Suponiendo una paridad de rendimientos en los capitales físicos, con $P_M = 1$, se tiene que el precio de renta de K_M es $R_M = r^W$. Los beneficios de la empresa son $\pi_M = A_M K_M^\beta L_M^{1-\beta} [K_M^{1-\beta}] - w_M L_M - R_M K_M$, donde w_M es el salario en el sector de manufactura. La empresa representativa maximiza los beneficios considerando la externalidad como dada. Las condiciones de primer orden son:

$$w_M = A_M K_M^\beta (1 - \beta) L_M^{-\beta} K_M^{1-\beta} \quad (4.5)$$

$$R_M = r^W = A_M \beta K_M^{\beta-1} L_M^{1-\beta} K_M^{1-\beta} \quad (4.6)$$

la ecuación (4.5) establece que w_M es igual al producto marginal de L_M . La ecuación (4.6) expresa que R_M es igual al producto marginal de K_M .

4.2.3. El sector no comerciable

Con respecto al sector no-comerciable, la empresa representativa es perfectamente competitiva y su función de producción es:

$$Y_N = A_N K_N^\gamma L_N^{1-\gamma} [K_M^{1-\gamma}] \quad (4.7)$$

donde Y_N es la producción del bien no-comerciable, A_N es un parámetro de eficiencia, K_N es el acervo de capital físico acumulado con el bien no-comerciable, L_N es el trabajo empleado en el sector, γ y $(1 - \gamma)$ son las participaciones de K_N y L_N en la producción, respectivamente. Como existe un efecto desbordamiento del conocimiento entre los sectores, $[K_M^{1-\gamma}]$ es la contribución del conocimiento tecnológico doméstico (generado en el sector manufacturero) en la producción del bien no-comerciable. Para generar crecimiento endógeno y balanceado, se supone que el exponente de K_M en la externalidad es $(1 - \gamma)$. De esta manera, la función de producción tiene rendimientos constantes en el capital ampliamente medido. El acervo de K_N es usado únicamente en el sector no-comerciable.

Se define p_N como el precio relativo del bien no-comerciable en términos del bien manufacturero, $p_N = P_N/P_M$ donde P_N es el precio del bien no-comerciable. Considerando que la tasa de depreciación de K_N es cero, el precio de renta de K_N es $R_N = p_N (r^W - \dot{p}_N/p_N)$, como $\dot{p}_N = d(p_N)/dt$, \dot{p}_N/p_N es la tasa de crecimiento de p_N o las ganancias de capital de K_N . Los beneficios de la empresa son $\pi_N = p_N A_N K_N^\gamma L_N^{1-\gamma} [K_M^{1-\gamma}] - w_N L_N - R_N K_N$, donde w_N es el salario en el sector no-comerciable. Las empresas no-comerciables maximizan beneficios tomando la externalidad como dada. Las condiciones marginales son:

$$w_N = p_N A_N K_N^{1-\gamma} L_N^{-\gamma} K_M^{1-\gamma} \quad (4.8)$$

$$R_N = p_N (r^W - \dot{p}_N/p_N) = p_N A_N \gamma K_N^{\gamma-1} L_N^{1-\gamma} K_M^{1-\gamma} \quad (4.9)$$

La ecuación (4.8) dice que w_N es igual al valor del producto marginal de L_N . La ecuación

(4.9) es la condición de equilibrio dinámica para K_N . Así, la ecuación dice que R_N es igual al valor del producto marginal de K_N .

Es conveniente señalar que en los modelos con bienes comerciables y no-comerciables, el tipo de cambio real se define como el nivel de precios relativos de los bienes no-comerciables del país extranjero en términos físicos dividido por el nivel de precios relativos de los bienes no-comerciables del país doméstico en términos físicos. Considerando que el nivel de precios relativos del país extranjero es constante, el tipo de cambio real está inversamente relacionado con el nivel de precios relativos de los bienes no-comerciables del país doméstico en términos físicos. En los modelos con tres bienes existe el tipo de cambio real interno para el bien exportable y para el bien importable (véase Hinkle y Nsengiyumva (1999)). Así, el tipo de cambio real interno para el bien exportable es el precio del bien exportable en términos físicos dividido entre el precio del bien no-comerciable en términos físicos. Del mismo modo, el tipo de cambio real interno para el bien importado es el precio del bien importado en términos físicos dividido entre el precio del bien no-comerciable en términos físicos. También, el precio absoluto del bien no-comerciable puede ser usado como un único indicador del tipo de cambio real (véase Devarajan (1999)). Por todo lo anterior, en este capítulo, un aumento (decremento) del precio relativo del bien no-comerciable es una apreciación (depreciación) del tipo de cambio real.

4.2.4. Los hogares

Se supone que el hogar representativo posee F , K_M y K_N . Además, parte de K_M se financia en el mercado mundial. La restricción presupuestal del hogar representativo es:

$$\begin{aligned} w_A L_A + w_M L_M + w_N L_N + R_F F + R_M K_M + R_N K_N - r^W D \\ = p_A C_A + C_M + p_N C_N + I_M + p_N I_N - \dot{D} \end{aligned} \quad (4.10)$$

donde $w_A L_A + w_M L_M + w_N L_N$ es el ingreso salarial, $R_F F$ es el ingreso por la renta del factor tierra, $R_M K_M + R_N K_N$ es el ingreso por la renta de los capitales físicos, D es la deuda externa y $r^W D$ es el pago de intereses sobre la deuda externa. En consecuencia, el lado izquierdo de la ecuación (4.10) es el ingreso disponible del hogar representativo. Asimismo, $p_A C_A$ es el consumo en el bien agrícola, C_M es el consumo en el bien manufactura, $p_N C_N$

es el consumo en el bien no-comerciable, I_M es la inversión neta en K_M , es decir $I_M = \dot{K}_M$, donde $\dot{K}_M = d(K_M)/dt$, $I_N = \dot{K}_N$ es la inversión neta en K_N y \dot{D} es el incremento de la deuda externa en el tiempo o ahorro externo.

En este capítulo se supone que solamente una fracción constante, d , del capital en el sector manufacturero sirve como garantía (colateral) para préstamos en el mercado mundial, es decir $D = dK_M$, en donde $0 < d < 1$. Por lo tanto, $\dot{D} = d\dot{K}_M$ es una restricción al crédito externo. Este tipo de restricción de préstamo implica que los residentes domésticos poseen todo el acervo de K_M y los residentes externos poseen la deuda sobre K_M (véase Barro, Mankiw y Sala-i-Martin, 1995). Observe, cómo $\dot{D} = d\dot{K}_M$ y $\dot{K}_M = I_M$, que el término $(I_M - \dot{D})$ en la ecuación (4.10) es igual a $(1 - d)I_M$, es decir $(1 - d)I_M$ es el gasto efectivo en inversión neta en K_M .

Por simplicidad, y una limitante, se supone que los hogares ahorran una fracción constante de su ingreso disponible (no hay elección inter-temporal). El ahorro de los hogares, S_H , es:

$$S_H = s(w_AL_A + w_M L_M + w_N L_N + R_F F + R_M K_M + R_N K_N - r^W D) \quad (4.11)$$

donde s es la tasa de ahorro que es una fracción constante y exógena ($0 < s < 1$).

4.2.5. Mercados

Para obtener la igualdad agregada ahorro-inversión, se sustituye w_A , w_M , w_N , R_F , R_M y R_N , ecuaciones (4.2), (4.3), (4.5), (4.6), (4.8) y (4.9), en el ingreso disponible del hogar representativo, lado izquierdo de la ecuación (4.10), obteniéndose:

$$p_A Y_A + Y_M + p_N Y_N - r^W D = (p_A C_A + C_M + p_N C_N + I_M + p_N I_N - \dot{D}) \quad (4.12)$$

donde $p_A Y_A + Y_M + p_N Y_N - r^W D$ es el ingreso nacional. Así, el ingreso disponible del hogar representativo también es igual al ingreso nacional. Por lo tanto, el ahorro de los hogares, ecuación (4.11), es:

$$S_H = s(p_A Y_A + Y_M + p_N Y_N - r^W D) \quad (4.13)$$

Reordenando la ecuación (4.12), se obtiene la condición agregada de ahorro es igual a inversión:

$$(p_A Y_A + Y_M + p_N Y_N - r^W D) - (p_A C_A + C_M + p_N C_N) + \dot{D} = (I_M + p_N I_N) \quad (4.14)$$

donde $(p_A Y_A + Y_M + p_N Y_N - r^W D) - (p_A C_A + C_M + p_N C_N) = S_H$. Es decir, S_H también es el ahorro doméstico. Utilizando lo anterior y la ecuación (4.13) con (4.14), se obtiene la igualdad agregada ahorro-inversión:

$$(p_A Y_A + Y_M + p_N Y_N - r^W D) + \dot{D} = (I_M + p_N I_N) \quad (4.15)$$

la ecuación (4.15) establece que el ahorro doméstico más el ahorro externo, \dot{D} , es igual a la inversión neta en K_M y K_N . Para obtener la restricción agregada de recursos de la economía, primero se establece que la cuenta corriente deficitaria de la economía es:

$$\dot{D} = r^W D - (X - M) \quad (4.16)$$

donde X son las exportaciones del bien agrícola, M las importaciones del bien manufacturero y $(X - M)$ es el saldo comercial. Ahora, sustituyendo la ecuación (4.16) en la ecuación (4.12), se obtiene la restricción agregada de recursos de la economía:

$$p_A Y_A + Y_M + p_N Y_N = p_A C_A + C_M + p_N C_N + I_M + p_N I_N + (X - M) \quad (4.17)$$

Dado que el precio relativo del bien no-comerciable es flexible, la oferta del bien no-comerciable siempre es igual a la demanda. Por tanto, la condición de equilibrio para el mercado del bien no-comerciable es:

$$p_N Y_N = p_N C_N + p_N I_N \quad (4.18)$$

Lo cual implica que la condición de equilibrio en el mercado del bien agrícola es $p_A Y_A = p_A C_A + X$ y la condición de equilibrio en el mercado del bien manufacturero es $Y_M + M = C_M + I_M$. Respecto al mercado laboral, se supone que la oferta total de trabajo, L , es constante. La condición de equilibrio en el mercado laboral es $L = L_A + L_M + L_N$.

4.3. El modelo en variables estacionarias

Dado que las variables K_M y K_N crecerán permanentemente a una tasa común, es necesario definir las variables del modelo como variables estacionarias, es decir, variables que sean constantes en el estado estacionario. Así, se define a $z = K_N/K_M$ como una variable

estacionaria. Además, como L es constante, se normaliza a uno ($L = 1$). De este modo, la condición de equilibrio en el mercado laboral es $l_A + l_M + l_N = 1$, en donde l_A es la fracción del trabajo empleado en el sector agrícola, l_M es la fracción del trabajo empleado en el sector manufacturero y l_N es la fracción del trabajo empleado en el sector no-comerciable. Como l_A , l_M y l_N son constantes en el estado estacionario, las variables l_A , l_M y l_N serán también variables estacionarias. Asimismo, como el precio relativo del bien no-comerciable debe ser constante en el estado estacionario, p_N es otra variable estacionaria. A continuación se formula el modelo en variables estacionarias. Considerando la externalidad $[K_M]$, la función de producción del sector agrícola y las condiciones marginales en variables estacionarias son:

$$Y_A = A_A K_M F^\alpha l_A^{1-\alpha} \quad (4.19)$$

$$w_A = p_A A_A K_M F^\alpha (1 - \alpha) l_A^{-\alpha} \quad (4.20)$$

$$R_F = p_A A_A K_M \alpha F^{\alpha-1} l_A^{1-\alpha} \quad (4.21)$$

También, considerando la externalidad $[K_M^{1-\beta}]$, la función de producción del sector manufacturero y las condiciones de primer orden en variables estacionarias son:

$$Y_M = A_M K_M l_A^{1-\beta} \quad (4.22)$$

$$w_M = A_M K_M (1 - \beta) l_M^{-\beta} \quad (4.23)$$

$$r^W = A_M \beta l_M^{1-\beta} \quad (4.24)$$

Tomando en cuenta la externalidad $[K_M^{1-\gamma}]$, la función de producción del sector no-comerciable y las condiciones marginales para el sector no-comerciable en variables estacionarias son:

$$Y_N = A_N K_M z^\gamma l_N^{1-\gamma} \quad (4.25)$$

$$w_N = p_N A_N K_M z^\gamma (1 - \gamma) l_N^{-\gamma} \quad (4.26)$$

$$r^W - \dot{p}_N / p_N = A_N \gamma z^{\gamma-1} l_N^{1-\gamma} \quad (4.27)$$

Considerando que $w_A = w_M = w_N$, la condición de eficiencia de asignación del trabajo entre los tres sectores es:

$$p_A A_A F^\alpha (1 - \alpha) l_A^{-\alpha} = A_M (1 - \beta) l_M^{-\beta} = p_N A_N z^\gamma (1 - \gamma) l_N^{-\gamma} \quad (4.28)$$

Esta condición dice que el valor del producto marginal del trabajo en los tres sectores debe ser igual en todo tiempo. A continuación, se obtienen la tasa de crecimiento de K_M en variables estacionarias. Sustituyendo $I_M = \dot{K}_M$, $I_N = \dot{K}_N$ y $\dot{D} = d\dot{K}_M$ en la ecuación (4.15), se obtiene:

$$s(p_A Y_A + Y_M + p_N Y_N - r^W D) + d\dot{K}_M = \dot{K}_M + p_N \dot{K}_N \quad (4.29)$$

Dividiendo por K_M la ecuación (4.29), se tiene:

$$\frac{s(p_A Y_A + Y_M + p_N Y_N - r^W D)}{K_M} + d \frac{\dot{K}_M}{K_M} = \frac{\dot{K}_M}{K_M} + p_N z \frac{\dot{K}_N}{K_N} \quad (4.30)$$

Ahora, se determina \dot{K}_N/K_N en función de \dot{K}_M/K_M . Tomando logaritmos y derivadas respecto al tiempo de $z = K_N/K_M$, se obtiene:

$$\frac{\dot{z}}{z} = \frac{\dot{K}_N}{K_N} - \frac{\dot{K}_M}{K_M} \quad (4.31)$$

Con la segunda igualdad de la condición de eficiencia de asignación del trabajo, $A_M(1 - \beta)l_M^{-\beta} = p_N A_N z^\gamma (1 - \gamma)l_N^{-\gamma}$, se obtiene el nivel de p_N para todo tiempo:

$$p_N = \frac{A_M(1 - \beta)l_N^\gamma}{A_N z^\gamma (1 - \gamma)l_M^\beta} \quad (4.32)$$

Como será evidente más adelante, l_A , l_M y l_N siempre se encuentran en un estado estacionario y son constantes. Por lo tanto, tomando logaritmos y derivadas respecto al tiempo de la ecuación (4.32), se tiene:

$$\frac{\dot{z}}{z} = -\frac{1}{\gamma} \frac{\dot{p}_N}{p_N} \quad (4.33)$$

Igualando las ecuaciones (4.31) y (4.33), se obtiene:

$$\frac{\dot{K}_N}{K_N} = \frac{\dot{K}_M}{K_M} - \frac{1}{\gamma} \frac{\dot{p}_N}{p_N} \quad (4.34)$$

Sustituyendo la ecuación (4.34) en la ecuación (4.30), se obtiene:

$$\frac{s(p_A Y_A + Y_M + p_N Y_N - r^W D)}{K_M} + d \frac{\dot{K}_M}{K_M} = \frac{\dot{K}_M}{K_M} + p_N z \left[\frac{\dot{K}_M}{K_M} - \frac{1}{\gamma} \frac{\dot{p}_N}{p_N} \right] \quad (4.35)$$

Finalmente, sustituyendo las funciones de producción, ecuaciones (4.19), (4.22) y (4.25), y $D = dK_M$ en la ecuación (4.35), y despejando \dot{K}_M/K_M , se obtiene la tasa de crecimiento de K_M en variables estacionarias:

$$\frac{\dot{K}_M}{K_M} = \left[\frac{1}{(1 - d) + p_N z} \right] \left[s(p_A A_A F^\alpha l_A^{1-\alpha} + A_M l_M^{1-\beta} + p_N A_N z^\gamma l_N^{1-\gamma} - r^W d) + \frac{p_N z}{\gamma} \frac{\dot{p}_N}{p_N} \right] \quad (4.36)$$

en donde \dot{K}_M/K_M es la tasa de crecimiento de K_M . La tasa de crecimiento de p_N esta dada por la ecuación (4.27). Del mismo modo, se obtiene la tasa de crecimiento de K_N en variables estacionarias. Dividiendo por K_N la ecuación (4.29), utilizando \dot{K}_M/K_M de la ecuación (4.34), usando las funciones de producción, (4.19), (4.22) y (4.25), y $D = dK_M$, se tiene:

$$\frac{\dot{K}_N}{K_N} = \left[\frac{1}{(1-d) + p_N z} \right] \left[s \left(p_A A_A F^\alpha l_A^{1-\alpha} + A_M l_M^{1-\beta} + p_N A_N z^\gamma l_N^{1-\gamma} - r^W d \right) - \frac{(1-d) \dot{p}_N}{\gamma p_N} \right] \quad (4.37)$$

en donde \dot{K}_N/K_N es la tasa de crecimiento de K_N . Como l_A , l_M y l_N siempre se encuentran en un estado estacionario y son constantes, es posible mostrar que la tasa de crecimiento del ingreso nacional, $Y = p_A Y_A + Y_M + p_N Y_N - r^W D$, es:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{p_A Y_A}{Y} \left(\frac{\dot{K}_M}{K_M} \right) + \frac{Y_M}{Y} \left(\frac{\dot{K}_M}{K_M} \right) + \frac{p_N Y_N}{Y} \left(\frac{\dot{K}_M}{K_M} + \gamma \frac{\dot{z}}{z} + \frac{\dot{p}_N}{p_N} \right) - \frac{r^W D}{Y} \left(\frac{\dot{K}_M}{K_M} \right) \quad (4.38)$$

donde

$$p_A Y_A / Y = p_A A_A F^\alpha l_A^{1-\alpha} / \left(p_A A_A F^\alpha l_A^{1-\alpha} + A_M l_M^{1-\beta} + p_N A_N z^\gamma l_N^{1-\gamma} - r^W d \right)$$

es la participación de $p_A Y_A$ en el ingreso nacional,

$$Y_M / Y = \left\{ A_M l_M^{1-\beta} / \left(p_A A_A F^\alpha l_A^{1-\alpha} + A_M l_M^{1-\beta} + p_N A_N z^\gamma l_N^{1-\gamma} - r^W d \right) \right\}$$

es la participación de Y_M en el ingreso nacional,

$$p_N Y_N / Y = p_N A_N z^\gamma l_N^{1-\gamma} / \left\{ p_A A_A F^\alpha l_A^{1-\alpha} + A_M l_M^{1-\beta} + p_N A_N z^\gamma l_N^{1-\gamma} - r^W d \right\}$$

es la participación de $p_N Y_N$ en el ingreso nacional y

$$r^W D / Y = r^W d / \left(p_A A_A F^\alpha l_A^{1-\alpha} + A_M l_M^{1-\beta} + p_N A_N z^\gamma l_N^{1-\gamma} - r^W d \right)$$

es la participación de $r^W D$ en el ingreso nacional. En la siguiente sección, se muestra la solución en el estado estacionario.

4.4. El estado estacionario

Ahora se obtienen los niveles de todas las variables estacionarias en el estado estacionario. Por medio de la igualdad tasa de interés mundial igual a la productividad marginal de K_M , ecuación (4.24), se obtiene el nivel de l_M de estado estacionario:

$$l_M^* = \left[\frac{r^W}{A_M \beta} \right]^{\frac{1}{1-\beta}} \quad (4.39)$$

como r^W , A_M y β son constantes, el nivel de l_M^* es constante en el estado estacionario (los niveles de estado estacionario se denotan con un *). Como fue mencionado anteriormente, l_M^* siempre está en un estado estacionario, es decir, cuando la economía sufre una perturbación exógena, el nivel de l_M^* se situará inmediatamente en un nuevo nivel de estado estacionario. Con la primera igualdad de la condición de eficiencia de asignación del trabajo, ecuación (4.28), $p_A A_A F^\alpha (1 - \alpha) l_A^{-\alpha} = A_M (1 - \beta) l_M^{-\beta}$, se obtiene el nivel de l_A de estado estacionario:

$$l_A^* = \left[\frac{p_A A_A F^\alpha (1 - \alpha) l_M^{*\beta}}{A_M (1 - \beta)} \right]^{\frac{1}{\alpha}} \quad (4.40)$$

dado que p_A , A_A , A_M , F , α , β y l_M^* son constantes, el nivel de l_A^* es constante y siempre se encuentra en un estado estacionario. Nuevamente, si la economía sufre una perturbación exógena, el nivel de l_A^* se situará inmediatamente en un nuevo estado estacionario. El nivel de l_N^* se obtiene residualmente por medio de la condición de equilibrio del mercado laboral:

$$l_N^* = 1 - l_A^* - l_M^* \quad (4.41)$$

entonces, l_N^* está siempre en un estado estacionario. Con la ecuación (4.27), y considerando que $\dot{p}_N = 0$ en el estado estacionario, se obtiene el nivel de z de estado estacionario:

$$z^* = \left[\frac{A_N \gamma l_N^{*1-\gamma}}{r^W} \right]^{\frac{1}{1-\gamma}} \quad (4.42)$$

Por medio de la ecuación (4.32), que proviene de la segunda igualdad de la condición de eficiencia de asignación del trabajo, se obtiene:

$$p_N^* = \frac{A_M (1 - \beta) l_N^{*\gamma}}{A_N z^{*\gamma} l_M^{*\beta}} \quad (4.43)$$

Dado que se han determinado los niveles de l_M^* , l_A^* , l_N^* , z^* y p_N^* , se ha encontrado la solución de estado estacionario para las variables estacionarias. Ahora se deduce la tasa de crecimiento

de la economía en el estado estacionario. Como en el estado estacionario $\dot{p}_N = 0$, la tasa de crecimiento de K_M de estado estacionario, ecuación (4.36), es igual a la tasa de crecimiento de K_N de estado estacionario, ecuación (4.37). Del mismo modo, como en el estado estacionario $\dot{z} = 0$ y $\dot{p}_N = 0$, la tasa de crecimiento del ingreso nacional, ecuación (4.38), es igual a la tasa de crecimiento de K_M y K_N de estado estacionario. Por lo tanto, la tasa de crecimiento de estado estacionario de la economía, g^* , es:

$$g^* = \left[\frac{1}{(1-d) + p_N^* z^*} \right] \left[s(p_A A_A F^\alpha l_A^{*1-\alpha} + A_M l_M^{*1-\beta} + p_N^* A_N z^{*\gamma} l_N^{*1-\gamma} - r^W d) \right] \quad (4.44)$$

Así pues, se ha comprobado analíticamente la existencia del estado estacionario.

4.5. Términos de intercambio y “enfermedad holandesa”

Ahora, la economía enfrenta un aumento en los términos de intercambio, es decir un aumento en p_A . Por medio de la ecuación (4.39), se observa que l_M^* no depende de p_A , es decir, $\partial l_M^* / \partial p_A = 0$. Por lo tanto, un aumento en los términos de intercambio no afecta la proporción del trabajo empleado en el sector manufacturero. También, utilizando la ecuación (4.40), y considerando que l_M^* se mantiene constante, se tiene que $\partial l_A^* / \partial p_A > 0$. Así, cuando los términos de intercambio aumentan, el salario en la agricultura (valor del producto marginal del trabajo en el sector) es momentáneamente mayor que el salario en los otros sectores. Por lo tanto, el trabajo fluye instantáneamente al sector agrícola y la proporción de trabajo empleado en el sector agrícola aumenta. Por medio de la ecuación (4.41), y considerando que l_M^* se mantiene constante, se observa que un aumento en l_A^* debe ir acompañado con un decremento en l_N^* , es decir $\partial l_N^* / \partial p_A < 0$. Entonces, el trabajo ganado por el sector agrícola es perdido por el sector no-comerciable. En consecuencia, la proporción de trabajo empleado en el sector no-comerciable disminuye. Después de estos movimientos instantáneos, nuevamente se igualan los salarios entre los sectores.

Por medio de la ecuación (4.42), se tiene que $\partial z^* / \partial p_A < 0$. Es decir, dada la perdida de trabajo en el sector no-comerciable, el rendimiento de K_N disminuye momentáneamente (véase ecuación (4.27), con $\dot{p}_N = 0$). Así, se estimula la acumulación de K_M y se desestimula

la acumulación de K_N . Por lo anterior, el nivel z^* disminuye instantáneamente a un nuevo estado estacionario y los rendimientos nuevamente se igualan. Sustituyendo z^* , ecuación (4.42) en la ecuación (4.43), se obtiene:

$$p_N^* = \frac{A_M (1 - \beta)}{A_N \left(\frac{A_N \gamma}{r^W} \right) (1 - \gamma) l_M^{*\beta}} \quad (4.45)$$

Se observa que el nivel de p_N^* no depende de los términos de intercambio, es decir $\partial p_N^* / \partial p_A = 0$. Este resultado es interesante, ya que un aumento en los términos de intercambio no mueve el tipo de cambio real. Es decir, no se produce una apreciación en el tipo de cambio real, el típico mecanismo por donde la enfermedad holandesa perjudica al sector manufacturero. Así, cuando los términos de intercambio aumentan, el sector manufacturero, líder tecnológico, no pierde trabajo y K_M aumenta con respecto a K_N . Por lo tanto, en este modelo, no se produce un deterioro del sector manufacturero, es más, el sector manufactura es beneficiado. En consecuencia, no se presenta la enfermedad holandesa. Finalmente, como el sector líder en tecnología es beneficiado, la tasa de crecimiento de la economía, ecuación (4.44), aumenta (resultado numérico, mostrado abajo). Por lo anterior, se ha dado un sustento teórico a la literatura empírica que afirma que la maldición de los recursos no se debe a la enfermedad holandesa sino a factores institucionales. También, es posible demostrar que el estado estacionario es estable, y que en la transición $\dot{z}/z < 0$ y $\dot{p}_N/p_N > 0$, lo cual implica que z^* es una variable predeterminada y que p_N es una variable que brinca.

Se muestra una simulación numérica para ilustrar cómo la economía pasa instantáneamente de un estado estacionario a otro. Los niveles de los parámetros son $p_A = 1$, $A_A = 0.25$, $A_M = 0.25$, $A_N = 0.25$, $\alpha = 0.2$, $\beta = 0.4$, $\gamma = 0.3$, $F = 1$, $r^W = 0.04$, $s = 0.18$ y $d = 0.5$. Estos niveles son sólo para propósitos ilustrativos. El resultado numérico es $l_M^* = 0.2171$, $l_A^* = 0.1987$, $l_N^* = 0.5841$, $z^* = 1.4338$, $p_N^* = 1.2059$ y $g^* = 0.0306$. Además, para mostrar que se cumple la condición de eficiencia de asignación del trabajo entre los sectores, ecuación (4.28), el lado extremo izquierdo de la condición se le resta el lado extremo derecho de la condición, $p_A A_A F^\alpha (1 - \alpha) l_A^{-\alpha} - p_N A_N z^\gamma (1 - \gamma) l_N^{-\gamma}$, obteniéndose cero. Cuando los términos de intercambio aumentan de $p_A = 1$ a $p_A = 1.2$, el resultado numérico es $l_M^* = 0.2171$, $l_A^* = 0.4944$, $l_N^* = 0.2883$, $z^* = 0.7079$, $p_N^* = 1.2059$ y $g^* = 0.0484$. Como se observa, la proporción de trabajo empleado en el sector agrícola aumenta del 19.87 al 49.44 % del trabajo

total, la proporción de trabajo empleado en el sector manufacturero se mantiene en 21.71 % del trabajo total y la proporción de trabajo empleado en el sector no-manufacturero disminuye del 58.41 al 28.83 % del trabajo total. El nivel de z^* disminuye del 1.4338 al 0.7079, mientras que el tipo de cambio real se mantiene constante en 1.2059. La tasa de crecimiento de la economía aumenta del 3.06 al 4.84 % anual.

4.6. Conclusiones

Se ha desarrollado un modelo de crecimiento endógeno con tres sectores para estudiar la enfermedad holandesa. Se ha considerado que el sector manufacturero es el único que genera progreso técnico doméstico por medio de un aprendizaje por la práctica. También, se ha supuesto que el conocimiento se desborda al sector agrícola y al sector no-comerciable. Así, tres externalidades de aprendizaje coexisten en el modelo. Asimismo, se ha supuesto que existe una restricción al crédito internacional. Además, el trabajo se mueve libremente entre los tres sectores.

Se ha mostrado, en el estado estacionario, que cuando los términos de intercambio aumentan, el salario en la agricultura es momentáneamente mayor que el salario en los otros sectores. Por lo tanto, el trabajo migra al sector agrícola y la proporción de trabajo empleado en el sector agrícola aumenta. Como la fracción de trabajo empleado en la manufactura se mantiene constante, y para que la condición de equilibrio del mercado laboral se cumpla, la proporción de trabajo empleado en el sector no-comerciable disminuye. Asimismo, dada la disminución de la proporción de trabajo en el sector no-comerciable, se ha demostrado que el rendimiento del capital no-comerciable disminuye momentáneamente, desestimulando la acumulación de capital en el sector no-comerciable y estimulando la acumulación de capital en el sector manufacturero. Por lo anterior, la proporción entre capitales disminuye instantáneamente a un nuevo estado estacionario. También, se ha deducido que un aumento en los términos de intercambio mantiene el tipo de cambio real constante. Es decir, no se produce una apreciación en el tipo de cambio real que podría perjudicar al sector manufacturero y dar como resultado la enfermedad holandesa. Por lo tanto, se ha mostrado que el sector manufacturero mejora, aumentando su capital respecto al capital no-comerciable y manteniendo

la proporción de trabajo empleado. Finalmente, se ha comprobado que como el sector líder en tecnología es favorecido, la tasa de crecimiento de la economía aumenta.

Así, se ha demostrado que la enfermedad holandesa no está presente en este modelo de crecimiento endógeno. Mientras tanto, las economías exportadoras de materias primas continuarán expuestas a la volatilidad de los precios de las materias primas, pero bien manejadas y con instituciones sanas, los recursos naturales pueden ser saludables para el crecimiento económico.

Capítulo 5

El mito del deterioro de los términos de intercambio y el crecimiento económico: la dependencia de los productos primarios para el caso de Argentina, Brasil, Chile, México y Perú

5.1. Introducción

La hipótesis de Prebisch (1986) establece que ha existido un deterioro cíclico en los términos de intercambio del comercio entre los productos primarios exportados a los países del centro y la importación de productos manufactureros por los países de la periferia. Con ello, se presume que la inestabilidad de los precios, la cantidad y el volumen de las exportaciones en países en vías de desarrollo ha disminuido su crecimiento económico. Bajo este enfoque, se ha implementado políticas públicas orientadas hacia la intervención gubernamental para establecer prácticas proteccionistas por los volúmenes de importaciones.

En la revisión de la literatura empírica sobre los términos de intercambio, existen trabajos importantes para verificar la hipótesis de Prebisch (1986). Por ejemplo, Spraos (1980) de-

muestra que los datos juegan un papel muy importante en considerar el debate para validar la hipótesis de Prebisch (1986). Al reevaluar los datos, concluye que en setenta años, que incluye el periodo entre guerras, existe evidencia del deterioro de los términos de intercambio. En cambio Cuddington y Urzua (1989) aplican distintos modelos de series de tiempo en un periodo de 30 años (de 1920 a 1950) para verificar la hipótesis de Prebisch (1986), consideran los movimientos cíclicos naturales de los precios de los bienes primarios y manufacturados descomponiendo las series en tendencias permanentes y cíclicas. Concluyen diciendo que si bien los países han experimentado un cambio abrupto a partir de 1920, la mayoría de los países no han experimentado un deterioro continuo de los precios relativos de los bienes primarios. Al descomponer el precio de los bienes primarios, encuentran que el 39 % de los *shocks* a los términos de intercambio son vistos como permanentes, mientras que el 61 % restante, es cíclico y se diluye en promedio en tres años. Otro trabajo importante que resalta la tesis de Prebisch (1986) es el de Blattman *et al.* (2007), quienes usan una nueva base de datos que recopila los precios de los *commodities* y el ingreso de 35 países, tanto del centro como de la periferia, para el periodo de 1870-1939. Encuentran que los países de la periferia con productos primarios más volátiles en los mercados internacionales presentan un crecimiento económico más lento que los países con productos menos volátiles o países del centro; y después de que se controla la volatilidad, los términos de intercambio están asociados con el alto crecimiento de los países del centro, pero esto no refleja un deterioro de los precios de los *commodities* en los países de la periferia.

El propósito de este trabajo, consiste en establecer la cointegración entre crecimiento económico y términos de intercambio, en parte para corroborar la tesis de Prebisch (1986), y en parte también para encontrar el grado de relación de largo plazo del Producto Interno Bruto de los países con sus Términos de Intercambio. Dentro de la América Latina, las economías de Argentina, Brasil, Chile, México y Perú resultan interesantes en virtud de la tendencia acelerada que han tenido en los últimos treinta años, tanto en el rubro de exportaciones de productos de materias primas y de crecimiento económico, al menos hasta el 2016. Los países en mención se han integrado a un mundo globalizado mediante las exportaciones de materias primas, abasteciendo al mercado mundial, México, por ejemplo, se integró a principios de los noventa al Tratado de Libre Comercio (TLCAN), con dos economías altamente desarrolladas

y competitivas, mientras que los demás países optaron por integrarse al desarrollo del Cono Sur, estos últimos siguieron un esquema tradicional de ser proveedores de materias primas a economías grandes, algunas asiáticas, mientras que México optó por un esquema menos tradicional y complementó su integración económica en modificar su estructura de producción y sus factores productivos.

Las variables que se consideran para este trabajo son el Producto Interno Bruto per cápita (precios constantes 2010 en dólares) y el Índice de Trueque Neto de los Términos de Intercambio (en inglés *Net Barter Terms of Trade*, 2000=100) (TI), ambas series que provee Banco Mundial y transformadas en logaritmos naturales. Las series se conforman para una muestra de 37 años, de 1980 a 2016. Debido a que la muestra de las series es pequeña, (37 datos para cada serie), se optó, de acuerdo con Walsh (2003), por incrementar la seguridad en las estimaciones y la eliminación de sesgos que usualmente aparecen en los métodos econométricos, ya que pueden mejorarse si se realizan las pruebas correctas para verificar la tendencia dinámica que presentan los datos.

En este capítulo se establece la estacionariedad de los variables y se analiza el comportamiento de los residuales para determinar el orden de integración. Posteriormente, se realizan distintas estimaciones para verificar la tendencia determinística o estocástica en los datos. Siguiendo inicialmente la metodología de Sims (1980), se procede a realizar pruebas de cointegración mediante la metodología de Engle y Granger (1987) y de Johansen (1991), para posteriormente construir un modelo que capture la relevancia de largo y corto plazo. Este tratamiento de Series de Tiempo que analiza las correcciones de corto y largo plazo se llama Modelo de Corrección de Errores (por sus siglas en inglés: VECM, de aquí en adelante le llamaremos simplemente VEC), con ello, se podrá estimar el parámetro para la dinámica de largo y de corto plazo del Producto Interno Bruto y de los Términos de Intercambio de los países analizados. Los modelos de Corrección de Errores (VEC) se caracterizan por la propuesta básica de Johansen (1988) y Johansen y Juselius (1990). Para poder estimar este modelo, se requiere que las variables tengan el mismo orden de integración y se pueda corregir las desviaciones de corto plazo para converger gradualmente al corto plazo.

Los resultados más sobresalientes son, que para Argentina, Brasil, Chile y México, los Términos de Intercambio no están relacionados con el Producto Interno Bruto de largo pla-

zo, es decir, aún cuando hallamos existencia de cointegración para el periodo de estudio, al estimar el modelo de Corrección de Errores, el término de corrección de errores es positivo y estadísticamente no significativo, por lo que podemos concluir que las variables no convergen a una relación de largo plazo. En el caso de Perú, se encontró una relación de largo plazo en los Términos de Intercambio y su Producto Interno Bruto, ya que el coeficiente de corrección de error es negativo y estadísticamente significativo, por lo que se concluye que al tratarse de una economía pequeña, su PIB está fuertemente asociado a los productos primarios que exporta, haciéndolo dependiente de la volatilidad de los mercados internacionales. En todos los casos de estudio, sin importar el coeficiente de los Términos de Intercambio y el PIB, no ha habido una tendencia decreciente del PIB y de los TI, por lo que no se verifica la hipótesis de Prebisch (1986).

El capítulo se divide en cuatro apartados. El primero hace referencia al desarrollo histórico que han tenido las economías de Argentina, Brasil, Chile, México y Perú. En el segundo se establece el modelo teórico de referencia, especificando las variables utilizadas, señalando las fuentes y el tratamiento que se le dio a cada variable en cada país, asimismo se realizan pruebas visuales y de raíz unitaria para determinar el orden de integración para cada una de las series de tiempo, con ello se tendrá un criterio para determinar la estacionariedad en el orden de diferenciación que se requiera. En el tercero se procede a las pruebas de cointegración mediante dos metodologías: la cointegración de Engle y Granger (1987) y la de Johansen (1991). En el cuarto se especifica el modelo VEC para el caso de Perú, también se realizan las pruebas de hipótesis a los parámetros de las series residuales del modelo. Al final, se presentan las conclusiones.

5.2. El desarrollo de Argentina, Brasil, Chile, México y Perú

En el siglo pasado y antepasado, los países latinoamericanos presentaban una composición sectorial primaria encaminada a la exportación de sus productos (Prebisch, 1986). El cuadro 5.1, hace referencia al porcentaje de exportaciones de los países que se analizan, para el periodo que va de 1870 a 1939, en el que se aprecia que casi el 100 % de las exportaciones

eran productos primarios. Es importante recalcar que a partir de 1930 se consolidaron, para la mayoría de los países de América Latina un crecimiento repentino y se vivieron grandes transformaciones de infraestructura, pero también de crecimiento poblacional y de servicios, lo que posibilitó un gran auge hasta mediados de 1980.

Cuadro 5.1: Composición sectorial primaria para Argentina, Brasil, Chile, México y Perú, 1870-1939.

Países	PIB per cápita		Exportaciones (% productos primarios)	
	1870	1939	1870	1939
Argentina	1,311	4,148	100	97
Brasil	740	1,307	100	100
Chile	927	3,178	99	100
México	710	1,428	100	98
Perú	389	1,884	99	100

Nota: El PIB per cápita está en dólares de 1990 (\$US).

Fuente: Retomado de Blattman, et al., 2007, p. 162.

Argentina implementó, hasta inicios de 1990, un Plan de Convertibilidad (Lanteri, 2015), que entre otras cosas siguió un tipo de cambio fijo (equivalencia de un peso argentino por un dólar), una mayor apertura comercial, privatización de empresas públicas y la inversión en infraestructura, aunado a ello un gran endeudamiento externo que creció debido al déficit de la cuenta corriente. Pero, a principios del 2002, se anunció el fin de la convertibilidad y con ello aparecieron problemas económicos, sobre todo la incapacidad de hacer frente a la deuda pública externa, altas tasas de desempleo y el tipo de cambio real, lo que llevó a Argentina a sufrir una depreciación y sobre todo una disminución del ingreso doméstico.

Lanteri (2015) comenta que a partir del año 2002, en Argentina se vivió una mayor apertura financiera al exterior, ya sin el endeudamiento de la década pasada, Argentina solo experimentó tasas de inflación superior a la década pasada. Para recomponer las finanzas públi-

cas, el gobierno intentó seguir una política de desendeudamiento externo sin influir en que los particulares siguieran incrementando el acceso a los mercados internacionales. Los desequilibrios fiscales también se vieron perjudicados internamente por la privatización de sus esquemas de seguridad social, esto trasladó repercusiones al sistema financiero en la década de los noventa y que para el 2001 agravaron el sistema de jubilaciones (anteriores a la privatización), porque éstos se hacían frente por el estado. El gobierno argentino logró recomponer sus finanzas, de 2008 a 2010, a partir de las mejoras en los precios internacionales de las materias primas, pero en 2011 se disminuyeron sus precios, así que la situación internacional y la incertidumbre agravó la situación nuevamente. Para 2014, se devaluó el peso argentino en un 20 %, se retuvo un porcentaje de la cosecha por parte de los productores rurales y experimentaron una caída en los precios de las materias primas (sobre todo de la soja).

Brasil se ha caracterizado por ser una economía dinámicamente grande y fuerte en el sur de América Latina. En las dos últimas décadas ha ido incrementado su participación industrial de grandes volúmenes de materias primas (Fraga y Moreno-Brid, 2006). A partir de los años setenta de la década pasada, Brasil ha experimentado un cambio importante en la estrategia de crecimiento, ha pasado de una economía cerrada y con una fuerte intervención gubernamental en la economía a ser una economía abierta a la competencia internacional y con poca participación del gobierno en la economía, para ello se apoyó en una política de exportaciones para impulsar su crecimiento.

El trabajo de Fraga y Fraga y Moreno-Brid (2006) enfatiza en qué medida el sector exportador, orientado a satisfacer los mercados internacionales, ha impulsado a la economía brasileña. Al examinar el periodo de 1960 a 2002, Brasil creció a tasas de 6 % y 7 % promedio anual, la paridad de las exportaciones con respecto de las importaciones se mantuvieron cercanas (casi uno a uno). En los años setenta se incrementaron los ingresos de Brasil, debido al incremento de precios del petróleo en el mercado internacional (11.1 % para el subperiodo de 1976-1980). Para 1990-2002 Brasil exhibe una disminución de sus exportaciones primarias en relación con los productos manufacturados.

Chile ha experimentado, al igual que la mayoría de los países latinoamericanos, auges y contracciones relacionados con las exportaciones de materias primas. En 1982-1983 disminuyó su PIB en 16 %, pero para el periodo 1986-1998 experimentó uno de los procesos de

recuperación más rápido en el mundo (Alvarez y Fuentes, 2006b). Básicamente se le asigna este crecimiento a las políticas públicas implementadas en los años ochenta, a una fuerte exportación primaria (principalmente minerales) y la especialización que ha tenido el sector industrial extractivo y manufacturero. Según Alvarez y Fuentes (2006b), el crecimiento impulsado por el sector comerciable exportador en la economía chilena no está tan acorde con la evidencia empírica, en cambio, sí hay evidencia de que el incremento significativo de la inversión extranjera y del retorno de capitales a Chile menguó el dinamismo del sector comerciable. Ellos concluyen que el rápido incremento se debe a dos factores que han ido creciendo conjuntamente, la exportación de materias primas orientadas a los mercados internacionales y la especialización de la mano de obra y de capital a sectores manufactureros (intensivos en capital). Alvarez y Fuentes (2006b) concluyen que los incrementos de la productividad asociados a la mayor apertura comercial en los bienes no comerciables está muy asociado con las inversiones extranjeras y privatizaciones, mientras que los sectores comerciables están orientados a las exportaciones en los mercados internacionales, estos dos impulsos han tenido el crecimiento rápido del PIB en el periodo de estudio.

México ha experimentado modificaciones importantes en la composición sectorial, el Cuadro 1 refleja el cambio en la actividad primaria exportadora de 1870 a 1939. Siguiendo a Fraga y Moreno-Brid (2015), el ritmo de crecimiento económico para México a partir de 1936 hasta 1970 fue uno de los más importantes en América Latina, conocido como el “Milagro Mexicano”. A finales de 1980 presentó una desaceleración en el Producto Interno Bruto, acompañado de una inflación con desempleo, que se agravó en la década de los 80s. Algunos autores como Perry *et al.* (2006) han señalado que las prácticas de endeudamiento gubernamental, conjuntamente con la poca o nula competencia, reducción del tamaño gubernamental y el derroche suntuario acarrearón problemas de inviabilidad financiera que desembocaron en una de las mayores inflaciones del país, se vivía una crisis sistemática en la mayoría de los países de América Latina.

En conclusión, una administración ineficiente influyó gravemente en las finanzas de México y no como usualmente se piensa, que fue el cambio del modelo de sustitución de importaciones lo que ocasionó la crisis mexicana. Ya para inicios de los noventa, esperando en las bondades de la apertura comercial y la libre competencia, se insertó México en el

Tratado de Libre Comercio, aunque para ello se tuvo que devaluar la moneda, conocido como el efecto tequila. Para ello, la composición sectorial modificó la orientación de las exportaciones. Básicamente se exportaban un porcentaje importante de materias primas hasta mediados de los 70s, pero a partir de la liberalización comercial de los noventa, la orientación pasó a la manufactura Cuevas (2016). Es a partir del año 2000 cuando México empieza con una lenta recuperación económica y una alta competitividad apoyada por la manufactura y ensamblaje de productos industriales, ya para 2011 México se ubicó en el primer lugar de América Latina con el 33 % de participación manufacturera Fraga y Moreno-Brid (2015). En el trabajo de Fraga y Moreno-Brid, se resaltan a las exportaciones manufactureras como el mayor peso en el Producto Interno Bruto y con una menor incidencia a los Términos de Intercambio, como ratio del precio de las exportaciones y de importaciones. Básicamente México ha dejado de ser un país dependiente de las exportaciones de productos primarios.

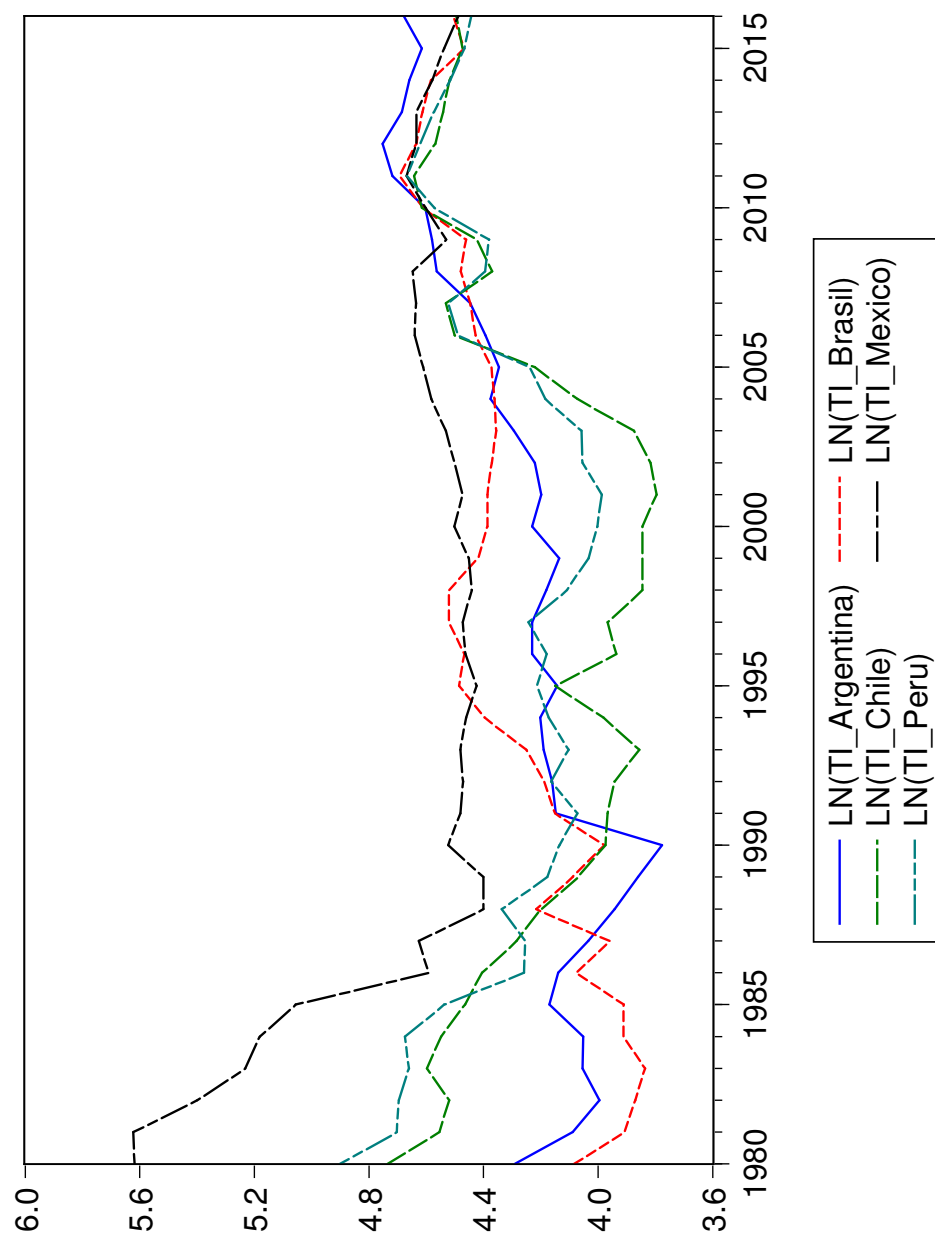
El caso de Perú ha seguido la tendencia de los países latinoamericanos, antes de 1950 estuvo orientada a la exportaciones de materias primas y a partir de esta fecha aplicó la industrialización sustitutiva, pero a partir de 1990 redujo considerablemente la intervención gubernamental y la economía peruana se abrió totalmente a los mercados internacionales (Alarco, 2010). La particularidad de Perú es que se sigue basando en los sectores exportadores tradicionales primarios, como la minería y los hidrocarburos. Aunque hubo un crecimiento importante en los bienes no comerciables, estos no han generado cambios significativos en la economía peruana como para dejar de ser tan dependientes de los productos primarios (Alarco, 2010).

Alarco (2010, 151) resalta que “[...] El sector exportador es muy dinámico, respecto de lo que ocurre con los otros sectores productivos que van a una menor velocidad, debido a las menores articulaciones productivas y al cada vez menor multiplicador del gasto que genera un menor PIB ante mayores exportaciones o componentes exógenos de la demanda.”. Lo anterior significa que la economía peruana sigue dependiendo de las exportaciones primarias y que debido a la mayor apertura comercial, la “enfermedad holandesa” surge menguando otras actividades sectoriales, como el caso de la industria y manufactura (Alarco, 2010).

La figura 5.1 da cuenta del comportamiento que han tenido los TI en el tiempo y este ha sido fluctuante. El caso de México es que del periodo de 1982 a 1989 disminuyó la partici-

pación de los productos primarios. Debido a cambios significativos en la esfera productiva, algunos autores llaman a esta la década pérdida para México. Brasil, en cambio, de 1990 a 1995 aumentó su participación en la exportación de sus productos primarios en el resto del mundo. El caso para los demás países en análisis es que ha sido fluctuante y tiende a moverse de acuerdo a las oscilaciones internacionales, de hecho de 2005 a 2015 se evidencia esto para todos los países con una fuerte integración de los TI.

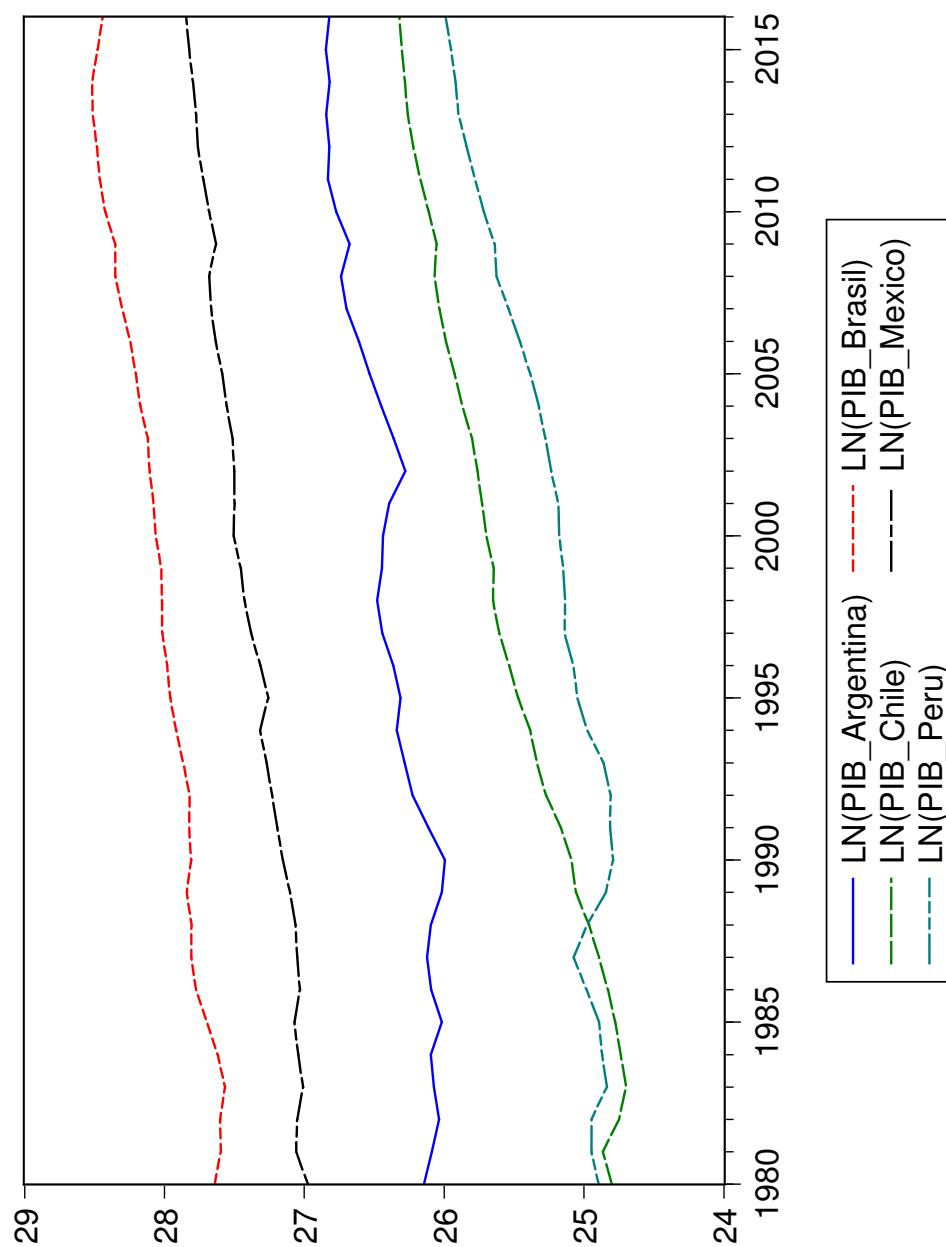
Figura 5.1: Términos de Intercambio para Argentina, Brasil, Chile, México y Perú: 1980-2016



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2018).

En la figura 5.2 se tiene el comportamiento del Producto Interno Bruto per cápita de los países para la temporalidad mencionada. En ella se observa que los países han crecido en el tiempo, resalta que el PIB de Brasil es más alto que el de México, mientras que Perú y Chile son de los más bajos, en términos de crecimiento, aun cuando tenían a inicios de los años ochenta comportamientos muy parecidos, a partir de los noventa Chile empezó a crecer más aceleradamente que Perú, esto debido a las exportaciones de cobre y de otros productos primarios. También se aprecia que para México hubo una disminución importante de 1993 a 1996, debido al error de diciembre de 1994. Mientras que para finales de 2007 y principios de 2009, debido a la crisis de 2008 en Estados Unidos y principal demandante de productos primarios, afectó notablemente la tendencia de crecimiento para México y Brasil.

Figura 5.2: Comportamiento del Producto Interno Bruto (PIB) de Argentina, Brasil, Chile, México y Perú: 1980-2016



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2018).

5.3. El modelo de series de tiempo

El propósito de la especificación del modelo consiste en establecer una comparación de los efectos que causan los términos de intercambio en el crecimiento económico para las naciones exportadoras de materias primas. Básicamente, se procede a estimar la siguiente función para cada país:

$$Y_t = f(TI_t), \quad (5.1)$$

donde Y es el Producto Interno Bruto per cápita, $f(\cdot)$ indica que es una función, TI son los Términos de Intercambio de los países y el subíndice t indica que las variables son funciones del tiempo¹. Los TI es el cociente entre los precios de los productos de las exportaciones y los precios de los productos de las importaciones, multiplicado por 100, es decir:

$$TI = \frac{IP_X}{IP_M}$$

Como ya se mencionó al inicio de este capítulo, los datos para el Producto Interno Bruto (PIB) per cápita, Y_t , fueron obtenidos del Banco Mundial a precios constantes de 2010 en dólares, mientras que los TI_t se obtuvieron de las estadísticas del Banco Mundial base 2000, para esta última se realizó el cambio de base al año 2010. El periodo de estudio, abarca treinta y siete observaciones anuales, de 1980 a 2016, debido a la restricción de la información de los Términos de Intercambio. Se debe señalar que se eligieron estas variables como medidas del crecimiento económico para la variable Producto Interno Bruto per cápita, Y_t , y de los efectos que pueden tener la exportación de los recursos naturales en términos de las importaciones de otros productos, es decir los Términos de Intercambio. De acuerdo con la teoría prevaleciente Tovar y Chuy (2000), un aumento de los Términos de Intercambio, en algún momento del tiempo, hace que el precio de las exportaciones se incrementen más o menos que el precio de las importaciones, en el sentido opuesto, la disminución de los Términos de Intercambio suponen una disminución más o menos del precio de las exportaciones, en términos del precio de las importaciones.

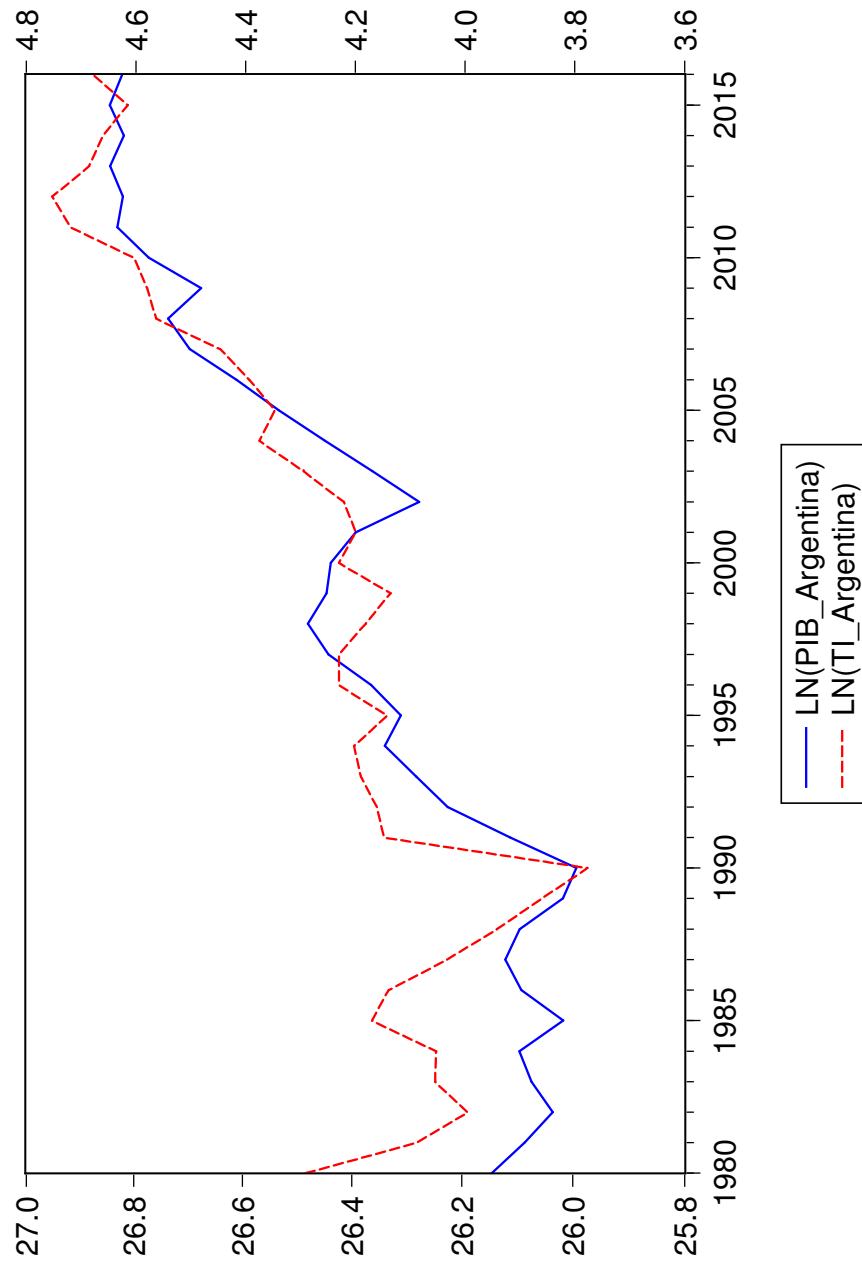
¹Por simplicidad las variables dependen del tiempo, a no ser que se diga lo contrario.

En este sentido, la variación de los Términos de Intercambio reflejarían, dada la composición sectorial de los productos de recursos naturales, un incremento o disminución de las demandas internacionales de países industriales, eso a su vez haría variar el valor agregado, en el tiempo, de los ingresos de los países con una fuerte composición de productos exportados de materias primas.

5.3.1. Las variables y su dinámica

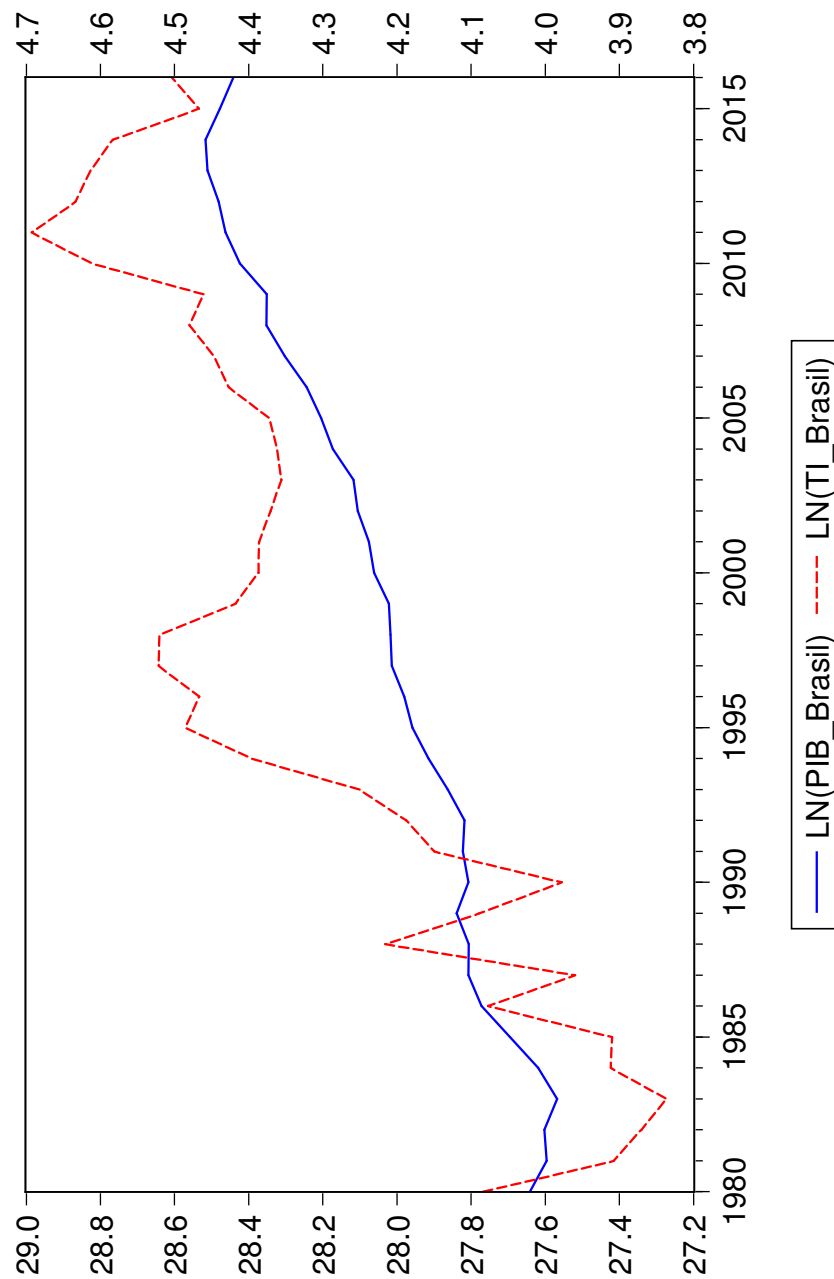
Las figuras 5.3, 5.4, 5.5, 5.6 y 5.7 muestran el comportamiento de las variables para cada uno de los países. De acuerdo con la figura 5.3, Argentina muestra una tendencia conjunta y creciente del comportamiento de su *PIB* y los *TI*, el índice de correlación de los datos es de 0.93. La figura 5.4 señala el comportamiento de Brasil, para el mismo periodo, hasta 1991 la relación de los *TI* con el *PIB* era estrecha, pero a partir de ese año los términos de intercambio presentan mayor volatilidad creciente con las reformas y la apertura comercial del Presidente Da Silva, el coeficiente de correlación es de 0.88. El caso de Chile mostrado en la figura 5.5 no presenta tendencia conjunta entre el *PIB* y sus *TI*, el índice de correlación de Pearson es de 0.048. La figura 5.6 presenta el caso de México, se aprecia que la relación entre los *TI* y el *PIB* es contraria, es decir si el *PIB* ha aumentado con los años, los *TI* han disminuido, el índice de correlación negativa es de 0.45. Por último, el caso de Perú se ilustra en la figura 5.7, con un índice de correlación de 0.27. Los gráficos de los países muestran que hay un grado de correlación en Argentina, Brasil, Chile y Perú, mientras que México muestra una clara correlación negativa, Argentina y Brasil muestran esta relación más fuerte, aparentemente Perú es la economía con menor grado de dependencia. El caso de México es diferente, ya que a partir de 1986 ha ido disminuyendo la dependencia de exportaciones de materias primas, dando cabida a una mayor exportación de productos manufacturados.

Figura 5.3: Comportamientos del PIB y TI de Argentina, 1980-2016



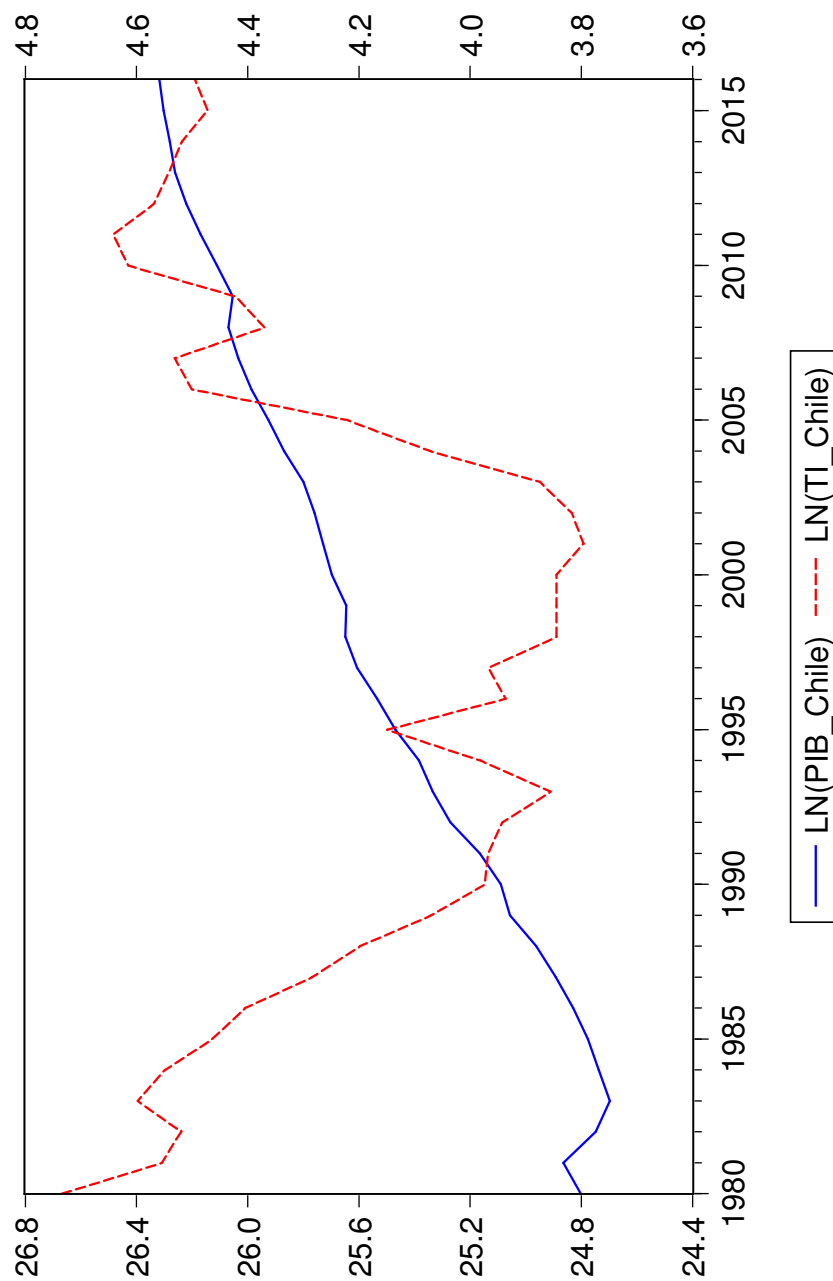
Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2018).

Figura 5.4: Comportamiento del PIB y de los TI de Brasil, 1980-2016



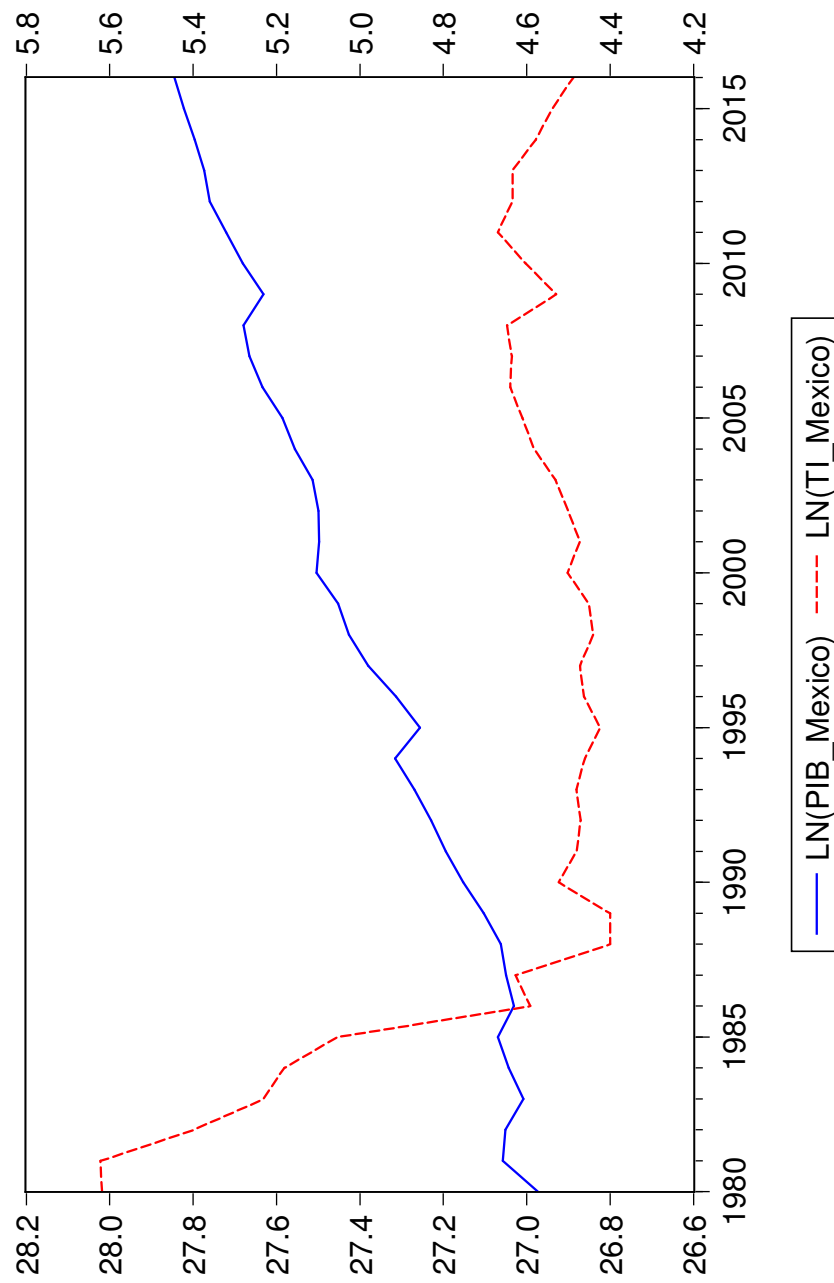
Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2018).

Figura 5.5: Comportamiento del PIB y de los TI de Chile, 1980-2016



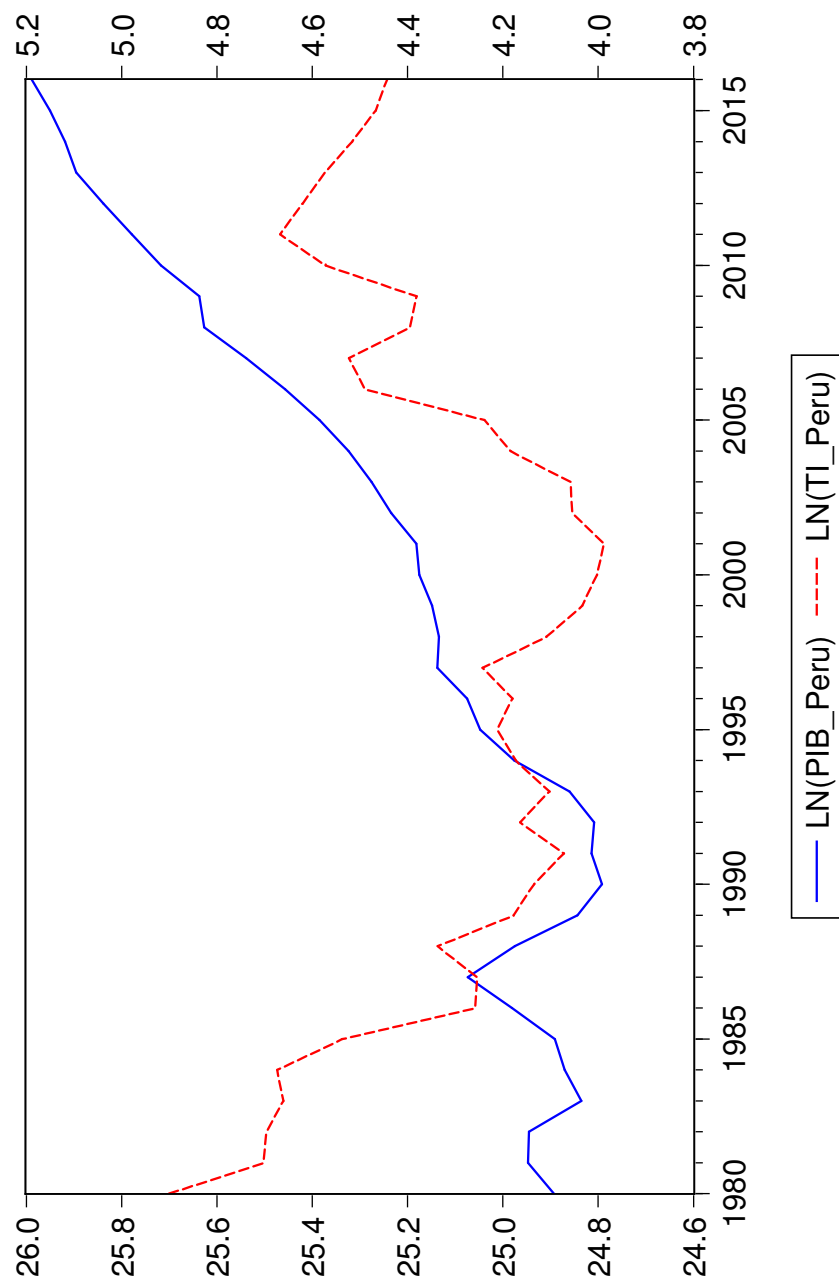
Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2018).

Figura 5.6: Comportamiento de los TI y del PIB de México, 1980-2016



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2018).

Figura 5.7: Comportamiento de los TI y del PIB de Perú, 1980-2016



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2018).

5.3.2. Estacionariedad de las variables

Con el fin de evitar la aparición de regresiones espúreas Wooldridge (2010), se debe determinar si el tiempo es una variable que influye en el comportamiento de las series. Debido a la estructura de los datos y que estos son longitudinales, hay fluctuaciones en los términos de intercambio y un crecimiento sostenido en el tiempo para el PIB de las naciones, tal y como lo muestran las figuras 5.3, 5.4, 5.5, 5.6 y 5.7. Para todas ellas, las variables crecen o disminuyen con el tiempo, esto indica que las series, en su conjunto son (débilmente) no estacionarias. El análisis de autocorrelación parcial (correlograma) para todas las variables también permite establecer que la función de autocorrelación no disminuye rápidamente a cero.

Por otro lado, las figuras 5.3, 5.4, 5.5, 5.6 y 5.7 permiten suponer que las series tienen tendencia determinística. Sin embargo, la observación que realiza Enders (2004, pp. 211-213) es precisa para incluir algún regresor determinístico apropiado en el modelo de estacionariedad, lo anterior porque las observaciones no provienen de medidas asintóticas y las pruebas de raíz unitaria podrían ser engañosas cuando el coeficiente sea cercano a uno. Para corroborar si las series de los países son estacionarias, se aplicaron pruebas usuales de raíces unitarias: Augmented Dickey Fuller (ADF), Phillips-Perron (PP) y Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS). La hipótesis nula para la prueba ADF y PP contrastan la hipótesis nula de raíz unitaria contra la alternativa de estacionariedad, por otro lado, la KPSS contrasta la hipótesis nula de estacionariedad contra la alternativa de raíz unitaria. Para la ADF y la PP se utilizan los valores críticos de MacKinnon (1996), mientras que para la prueba KPSS se utilizan los valores críticos tabulados por Kwiatkowski *et al.* (1992), que arroja el programa econométrico E-Views7.

Desafortunadamente, las pruebas de raíz unitaria o estacionariedad son sensibles a la especificación de la ecuación a estimar, es decir que los estimadores, los errores y los estadísticos que se arrojan al realizar las pruebas con intercepto y tendencia, intercepto o ninguna de las anteriores modifica los valores para determinar si se rechaza la hipótesis nula de raíz unitaria o no. El impacto directo de rechazar una hipótesis nula de raíz unitaria debido a un error de especificación como el intercepto o la tendencia determinística puede causar que el poder de la prueba tienda a cero. Por ello, se aplicó la propuesta por Enders (2004, p. 237) y

que se explica a continuación:

Primeramente se estimaron modelo como si se tuvieran tendencia determinística y con intercepto, el objetivo es saber si la serie incluye una tendencia determinística o contiene una raíz unitaria más un término con deriva, la ecuación (5.2) muestra la forma del modelo ha estimar:

$$\Delta x_t = \alpha_0 + \gamma x_{t-1} + \alpha_2 t + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta x_{t-i} + \varepsilon_i, \quad (5.2)$$

donde, Δx_t significa las primeras diferencias de la variable, α_0 es el intercepto o primer regresor determinístico, γ establece el valor de la prueba para saber si es estacionaria², α_2 es el coeficiente para saber si sigue una tendencia determinística, $\sum_{i=1}^p \beta_i \Delta x_{t-i}$ son los rezagos óptimos de la serie y se pueden utilizar los criterios de Akaike (AIC) o de Schwartz (SBC) y ε_i son los errores, los cuales se suponen deben seguir los supuestos de un modelo de regresión lineal clásico.

Después de haber estimado la ecuación (5.2) a cada serie; si $\gamma = 0$, se concluye que la serie exhibe raíz unitaria. En el caso de que no se rechazara, debe estimarse la ecuación (5.2) sin tendencia determinística, es decir la ecuación

$$\Delta x_t = \alpha_0 + \gamma x_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta x_{t-i} + \varepsilon_i. \quad (5.3)$$

Posteriormente, al haber estimado la ecuación (5.3) a cada serie; si $\gamma = 0$, se concluye que la serie tiene raíz unitaria. El último caso es estimar la serie sin intercepto, es decir

$$\Delta x_t = \gamma x_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta x_{t-i} + \varepsilon_i. \quad (5.4)$$

De la misma manera, al haber estimado la ecuación (5.4) a cada serie; si $\gamma = 0$, se concluye que la serie tiene raíz unitaria. El cuadro 5.2 contiene los resultados de las pruebas de estacionariedad del PIB y de TI de Argentina, Brasil, Chile, México y Perú siguiendo las

²Al interior de la teoría de series de tiempo, $\gamma = 0$, para que la serie exhiba una raíz unitaria, es decir $\gamma = \delta - 1$, se prueba esto sobre todo en las pruebas ADF y PP, al rechazar la hipótesis nula, no se rechaza la alternativa y se busca que el coeficiente de δ sea menor que 1 en términos de valor absoluto, $|\delta| < 1$, y con ello se establece que la serie no tiene raíz unitaria o en otras palabras que es estacionaria.

cuatro estrategias siguientes: la primera es realizar los contrastes en niveles y en su caso a las primeras o segundas diferencias; la segunda es realizar el contraste con intercepto y tendencia determinística; la tercera es en el caso de la ADF, la selección óptima de los rezagos de las variables evitando el caso de autocorrelación³ en la regresión auxiliar; y por último el rechazo o no rechazo al interpretar las pruebas de estacionariedad.

Cuadro 5.2: Pruebas de estacionariedad

Variable	Ecuación	ADF	PP	KPSS
Argentina				
$\ln(PIB)$	C y TD	-3.136722 (0.1139) [-3.544284]	-2.987228 (0.1496) [-3.540328]	0.103430 [0.146000]
$\Delta \ln(PIB)$	C y TD	-4.540618 (0.0048)* [-3.544284]	-4.410303 (0.0066)* [-3.544284]	0.073800 [0.146000]
$\ln(Ti)$	C y TD	-2.845777 (0.1916) [-3.544284]	-3.600060 (0.0439)* [-3.54032]	0.165769* [0.146000]
Brasil				
$\ln(PIB)$	C y TD	-2.090578 (0.5313) [-3.557759]	-2.700837 (0.2423) [-3.540328]	0.109111 [0.146000]
	C	-1.158233 (0.6812) [-2.948404]	-0.347667 (0.9076) [-2.945842]	0.710726 [0.463000]
	Ninguno	2.617132	4.095641	n. d.

Continúa en la página siguiente

Los números en paréntesis son los p-values, los que están en corchetes son los valores críticos

al 5 % de significancia y el * indica rechazo de la hipótesis nula al 5 %.

³Para analizar el caso de autocorrelación, nos auxiliamos del estadístico de Durbin-Watson (Gujarati, 2004), para que no exista autocorrelación en el modelo necesitamos que el valor esté comprendido entre 1.85-2.15.

Continuación...

Variable	Ecuación	ADF	PP	KPSS
		(0.9971) [-1.950687]	(1.0000) [-1.950394]	
$\Delta \ln (PIB)$	C y TD	-4.119198 (0.0135)* [-3.544284]	-4.079275 (0.0149)* [-3.544284]	0.130988 [0.146000]
$\ln (Ti)$	C y TD	-2.367393 (0.3885) [-3.552973]	-2.728570 (0.2319) [-3.540328]	0.122007 [0.146000]
	C	-2.034862 (0.2712) [-2.957110]	-1.103348 (0.7039) [-2.945842]	0.612061* [0.463000]
$\Delta \ln (Ti)$	C y TD	-2.690051 (0.2470) [-3.557759]	-7.287905 (0.0000)* [-3.544284]	0.083531 [0.146000]
	C	-2.494194 (0.1262) [-2.957110]	-7.198202 (0.0000)* [-2.948404]	0.086604 [0.463000]
	Ninguno	-2.286812 (0.0236)* [-1.951687]	-6.980498 (0.0000)* [-1.950687]	n. d.
Chile				
$\ln (PIB)$	C y TD	-1.310403 (0.8677) [-3.552973]	-2.294386 (0.4261) [-3.540328]	0.119113 [0.146000]
	C	-2.687271	-0.109483	0.708811*

Continúa en la página siguiente

Los números en paréntesis son los p-values, los que están en corchetes son los valores críticos al 5 % de significancia y el * indica rechazo de la hipótesis nula al 5 %.

Continuación...

Variable	Ecuación	ADF	PP	KPSS
		(0.0869) [-2.954021]	(0.9408) [-2.945842]	[0.463000]
$\Delta \ln (PIB)$	C y TD	-4.231278 (0.0108)* [-3.552973]	-3.993060 (0.0182)* [-3.544284]	0.133401 [0.146000]
$\ln (Ti)$	C y TD	-1.563102 (0.7871) [-3.544284]	-1.777516 (0.6947) [-3.540328]	0.174878* [0.146000]
	C	-1.385204 (0.5783) [-2.948404]	-1.726854 (0.4096) [-2.94584]	0.182027 [0.463000]
	Ninguno	-0.082178 (0.6483) -1.950687	-0.416883 (0.5259) [-1.95039]	n. d.
$\Delta \ln (Ti)$	C y TD	-4.771987 (0.0026)* [-3.544284]	-4.792490 (0.0025)* [-3.544284]	0.105647 [0.146000]
México				
$\ln (PIB)$	C y TD	-3.764275 (0.0309)* [-3.544284]	-2.636780 (0.2674) [-3.540328]	0.095815 [0.146000]
$\Delta \ln (PIB)$	C y TD	-3.659388 (0.0408)* [-3.562882]	-6.420271 (0.0000)* [-3.544284]	0.116211 [0.146000]
$\ln (TI)$	C y TD	-2.697078	-2.759510	0.176353*

Continúa en la página siguiente

Los números en paréntesis son los p-values, los que están en corchetes son los valores críticos al 5 % de significancia y el * indica rechazo de la hipótesis nula al 5 %.

Continuación...

Variable	Ecuación	ADF	PP	KPSS
		(0.2437) [-3.540328]	(0.2206) [-3.540328]	[0.146000]
	C	-3.638148 (0.0097)* [-2.945842]	-3.649231 (0.0094)* [-2.945842]	0.362154 [0.463000]
Perú				
$\ln (PIB)$	C y TD	-2.325318 (0.4101) [-3.544284]	-1.462765 (0.8239) [-3.540328]	0.204241* [0.146000]
$\Delta \ln (PIB)$	C y TD	-4.245178 (0.0102)* [-3.548490]	-3.936221 (0.0208)* [-3.544284]	0.063370 [0.146000]
$\ln (Ti)$	C y TD	-1.930340 (0.6176) [-3.544284]	-2.382125 (0.3821) [-3.540328]	0.174792* [0.146000]
	C	-1.868510 (0.3427) [-2.948404]	-2.413241 (0.1453) [-2.94584]	0.174850 [0.463000]
	Ninguno	-0.402702 (0.5313) [-1.950687]	-0.861738 (0.3357) [-1.95039]	n. d.
$\Delta \ln (Ti)$	C y TD	-5.193136 (0.0009)* [-3.544284]	-5.163404 (0.0009)* [-3.544284]	0.110408 [0.146000]

Los números en paréntesis son los p-values, los que están en corchetes son los valores críticos al 5 % de significancia y el * indica rechazo de la hipótesis nula al 5 %.

C: significa intercepto y TD: significa Tendencia Determinística. Fuente: elaboración propia.

El cuadro 5.2, establece la evaluación conjunta de pruebas de raíz unitaria y estacionariedad de las series del PIB y de TI de Argentina, Brasil, Chile, México y Perú. Para el caso de Argentina, el $\ln(PIB)$ es estacionario en primeras diferencias, mientras que el $\ln(TI)$ es estacionaria en niveles. El caso de Argentina, no puede seguir siendo analizado porque plantea distintos órdenes de integración para sus series. Para el caso de Brasil, el $\ln(PIB)$ exhibe estacionariedad en primeras diferencias con concepto y tendencia determinística, mientras que el $\ln(TI)$ en primeras diferencias sin intercepto y sin tendencia determinística. En el caso de Chile, el $\ln(PIB)$ y el $\ln(TI)$ son estacionarias en primeras diferencias con intercepto y tendencia determinística. Para México, los resultados del cuadro 5.2 muestran que el $\ln(PIB)$ es estacionario en primeras diferencias con intercepto y tendencia determinística, pero el $\ln(TI)$ es estacionaria en niveles con intercepto y sin tendencia; nuevamente estamos en presencia de series de tiempo de diferente orden de integración. Por último, Perú, el $\ln(PIB)$ y el $\ln(TI)$ son estacionarias en primeras diferencias con intercepto y tendencia determinística.

5.4. Pruebas de cointegración

Al establecer la estacionariedad de las series en niveles o en primeras diferencias (véase cuadro 5.2), es posible aplicar la estrategia sugerida por Enders (2004), es decir, estimar un modelo con alguna relación de dos series: a) si ambas series, es decir, $\ln(PIB)$ y $\ln(TI)$ son estacionarias en niveles, las propiedades de los estimadores de regresión clásica son aplicadas; b) Si ambas series son integradas de ordenes diferentes, la ecuación de regresión que se utilice con esas variables no tiene sentido; c) si las series no estacionarias son integradas del mismo orden y además, las secuencias de los residuales exhiben una tendencia estocástica, caso en el que la regresión es espúrea, entonces se recomienda estimar el modelo en primeras diferencias, $\Delta x_t = a_1 \Delta z_t + \Delta e_t^4$; y d) Si las series no estacionarias son integradas del mismo orden y la secuencia de los residuales son estacionarias, dan lugar al concepto de cointegración y se puede encontrar por alguno de los dos métodos conocidos, Engle-Granger

⁴Se utiliza la notación e_t en vez de ε_t para resaltar el hecho de que se tratan de residuales obtenidos de una regresión que no son ruido blanco

o Johansen, pudiendo estimar al final un VEC.

En esta sección, primeramente se realiza el contraste de cointegración Engle-Granger para las series temporales $\ln(PIB)$ y $\ln(TI)$ de cada uno de los países, posteriormente se realiza el contraste de cointegración de Johansen. De acuerdo al cuadro 5.2 se ha determinado el orden de integración de las variables, Para el caso de Brasil, Chile y Perú son $I(1)$, es decir, son series estacionarias en primeras diferencias. Mientras que para Argentina y México, no se puede llevar a cabo la cointegración, porque sus series tienen distintos órdenes de integración.

5.4.1. Prueba de Engle-Granger

Siguiendo la metodología propuesta por Engle y Granger (1987), se debe estimar la posible ecuación de cointegración, en este caso, con intercepto y tendencia determinística. Basta con que una de las series muestre tendencia determinística para que en la especificación de la ecuación de cointegración se incorpore dicha tendencia. Posteriormente se deben analizar los residuos de la regresión con la ADF, pero ya no se interpretan los valores críticos tabulados por MacKinnon (1996), en este caso se opta por analizarlos por MacKinnon (2010) (también Enders (2004) y Engle y Yoo (1987) desarrollan sus propios valores críticos). Esto es así porque se trata de determinar la estacionariedad de los residuos de una regresión, es decir, se trata de una serie que se ha generado a partir de una regresión de los residuos y los p-valores también deben ser válidos, desafortunadamente los valores críticos se han generado a partir de las tablas de MacKinnon (1996) para las series independientes y no para una cointegración.

Por otro lado, como se trata de que los residuos de la regresión están cercanos a cero, no afecta que la prueba se determine con intercepto, intercepto y tendencia determinística o con ninguna, ya que asintóticamente el resultado del contraste es igual de válido eligiendo cualquiera de las tres opciones. Lo anterior no significa que los resultados numéricos coincidan, los resultados numéricos pueden ser diferentes, pero asintóticamente no difieren, aunque se tenga una muestra finita. Finalmente, si el contraste de ADF para determinar estacionariedad indica que hay cointegración.

Siguiendo a Enders (2004, p. 336) y al observar las figuras 5.1 y 5.2, se estimaron diferentes ecuaciones de largo plazo, lo anterior porque la especificación de la ecuación está dada por la teoría o los datos. En este caso, se opta por plantear diferentes ecuaciones de cointegra-

ción y observar si los residuos de las ecuaciones son estacionarios, con ello se determinaría la especificación de la ecuación Lutkepohl y Kratzig (2004) (2004, p. 120) a posteriori. Las ecuaciones de cointegración que se estimaron están dadas por las ecuaciones (5.5) y (5.6); y los resultados para los diferentes países se presentan en el cuadro 5.2.

$$\ln PIB_t = \beta_1 + \beta_2 t + \beta_3 \ln TI_t + \varepsilon_t \quad (5.5)$$

$$\ln PIB_t = \beta_1 + \beta_3 \ln TI_t + \varepsilon_t, \quad (5.6)$$

donde ε_t son ruidos blancos gaussianos, T es el total de datos (es decir $t = 1, 2, \dots, T$). La ecuación (5.5) establece que la relación entre PIB y TI se incorpora el intercepto y la tendencia determinística, mientras que en la ecuación (5.6) se elimina la tendencia y solo se estima con el intercepto. Lo que se trata de saber es si los términos de intercambio convergen con el crecimiento económico del PIB de cada país en el largo plazo.

Los resultados de las estimaciones de las ecuaciones (5.5) y (5.6) aparecen en el cuadro 5.3, con la imposición de que el estadístico de Durbin-Watson debería caer en el intervalo 1.85-2.15 para evitar correlación y eligiendo, conjuntamente, el rezago óptimo se obtuvo el valor estadístico de la ADF. Cabe aclarar que se encontró la única relación de cointegración para Argentina, con la ecuación (5.6) de cointegración de largo plazo sin tendencia determinística. Para todos los demás casos y países no se rechaza la hipótesis nula de raíz unitaria, eso quiere decir que no hay relación de largo plazo posible para los países entre PIB y TI, al menos para esta prueba de cointegración.

5.4.2. Prueba de Johansen

La idea de Johansen (1988,1991), descansa en el concepto de cointegración de Engle-Granger (1987), pero con la particularidad de que se aplica para verificar si las series pueden ser cointegradas, este método se basa en vectores autorregresivos y prueba la existencia de vectores de cointegración entre las variables mediante la traza y los vectores propios (eigenvalues).

Dos características podrían imponerse como limitantes a la metodología de Engle y Granger (1987). Siguiendo a Enders (2004), la primera sería que las estimaciones de largo plazo

Cuadro 5.3: Prueba ADF a los residuos de las distintas ecuaciones de cointegración.

$\ln (PIB_t) = \beta_1 + \beta_2 t + \beta_3 \ln (TI_t) + \varepsilon_t$		
País	ADF	DW
Brasil $\hat{\varepsilon}$	-2.410671	2.080361
Chile $\hat{\varepsilon}$	-2.308070	1.921958
Perú $\hat{\varepsilon}$	-2.873580	1.998133
MacKinnon (2010)	-3.78057	
$\ln (PIB_t) = \beta_1 + \beta_2 \ln (TI_t) + \varepsilon_t$		
País	ADF	DW
Brasil $\hat{\varepsilon}$	-1.083341	2.034929
Chile $\hat{\varepsilon}$	-2.133159	2.133159
Perú $\hat{\varepsilon}$	-0.028142	1.987718
MacKinnon (2010)	-3.461	

Nota: * indica el rechazo de la hipótesis nula a un nivel de significancia del 5 %. ADF significa Dickey Fuller Aumentada y DW estadístico Durbin y Watson.

Fuente: elaboración propia.

requieren que se imponga una variable endógena del lado izquierdo, restringiendo la dirección de la relación o el efecto de causalidad que se tendría, en el caso de dos variables, podría invertirse la relación sin que esto significara mayor problema, pero en el caso de tres o más variables se tendría que probar más de una variable del lado izquierdo de la ecuación. La segunda característica, es que la metodología de Engle y Granger (1987) se aplica en dos etapas, el primero es generar los residuales de las series y la segunda es realizar la prueba de raíz unitaria, interpretando el valor estimado con valores que difieren usualmente de los programas econométricos aplicables; si existe algún error en la primera o en la segunda parte, llevaría a resultados diversos que se alejan del resultado real o esperado. Afortunadamente, la prueba de Johansen supera estas dos características.

Esta metodología de Johansen se utiliza para el análisis de series multivariadas, previamente se requiere que las series sean integradas del mismo orden, las series que presentan el mismo orden de integración se colocan en el mismo vector autoregresivo, a partir del cual se puede probar la existencia de una o más combinaciones lineales o vectores de cointegración. De acuerdo con Quintana y Mendoza (2008), procederemos, primeramente, a determinar el retardo óptimo del vector autorregresivo (VAR), para asegurar que los residuos sean ruido blanco. Posteriormente se realiza la especificación de la prueba de cointegración, es decir: i) si se supone que no existe una tendencia determinística en los datos, ii) si se supone una tendencia determinística lineal en los datos y iii) si se permite una tendencia determinística cuadrática en los datos. Por último, se aplica el procedimiento de máxima verosimilitud al VAR en alguna de las especificaciones de cointegración con el fin de obtener el rango de cointegración y con ello se determina la traza y los valores propios.

El Cuadro 5.4 muestra los resultados para la prueba de la traza y la del máximo valor propio de los VAR, previamente se determinó el número de rezagos óptimos con el criterio AIC. Para Brasil, el criterio AIC óptimo es en el tercer rezago y se encontró una ecuación de cointegración sin intercepto y tendencia. En el caso de Chile, el criterio AIC es en el segundo rezago y se encontró una ecuación de cointegración sin intercepto y sin tendencia. Mientras que para Perú, el criterio AIC se encontró en el primer rezago con una ecuación de cointegración con intercepto y una tendencia lineal.

Cuadro 5.4: Pruebas de cointegración de Johansen

Brasil			
H_0	H_1	λ_{traza}	λ_{Max}
$r = 0$	$r = 1$	15.64144 [12.32090] (0.0134)*	12.62753 [11.22480] (0.0282)*
$r \leq 1$	$r = 2$	3.013913 [4.129906] (0.0977)	3.013913 [4.129906] (0.0977)
Chile			
$r = 0$	$r = 1$	20.39645 [12.32090] (0.0018)*	14.30385 [11.22480] (0.0140)*
$r \leq 1$	$r = 2$	6.092597 [4.129906] (0.0161)*	6.092597 [4.129906] (0.0161)*
Perú			
$r = 0$	$r = 1$	34.55406 [25.87211] (0.0032)*	28.96681 [19.38704] (0.0015)*
$r \leq 1$	$r = 2$	5.587241 [12.51798] (0.5144)	5.587241 [12.51798] (0.5144)

Nota: r es el número de relaciones de cointegración, λ_{Traza} es el estadístico de la prueba de la Traza y λ_{Max} el correspondiente a la del Máximo valor propio. Los números entre paréntesis son los p-values, los que están en corchetes son los valores críticos al 5 % de significancia y el * indica rechazo de la hipótesis nula al 5 %.

Fuente: elaboración propia.

5.5. Estimación del modelo VEC y pruebas de hipótesis

Al considerar los resultados del Cuadro 5.4, se procede a realizar las estimaciones del VEC para Brasil, Chile y Perú. Se ha excluido el caso de Argentina y México porque las series no son integradas del mismo orden. La ecuaciones del VEC son:

$$\begin{aligned}\Delta \ln PIB_t &= \alpha_1 + \alpha_{\ln PIB_t} \times \hat{e}_{t-1} + \sum_{i=1}^n \alpha_{11}(i) \Delta \ln PIB_{t-i} + \sum_{i=1}^n \alpha_{12}(i) \Delta \ln TI_{t-i} + \varepsilon_{\ln PIB,t} \\ \Delta \ln TI_t &= \alpha_2 + \alpha_{\ln TI_t} \times \hat{e}_{t-1} + \sum_{i=1}^n \alpha_{21}(i) \Delta \ln PIB_{t-i} + \sum_{i=1}^n \alpha_{22}(i) \Delta \ln TI_{t-i} + \varepsilon_{\ln TI,t}\end{aligned}\tag{5.7}$$

donde \hat{e}_{t-1} es el tamaño de la desviación de equilibrio de largo plazo en el periodo $(t - 1)$, \hat{e}_{t-1} son los residuales obtenidos de las expresiones de las ecuaciones (5.5) y (5.6). $\varepsilon_{\ln PIB,t}$ y $\varepsilon_{\ln TI,t}$ son los errores con ruido blanco y α_1 , α_2 , $\alpha_{\ln PIB_t}$, $\alpha_{\ln TI_t}$, $\alpha_{11}(i)$, $\alpha_{21}(i)$, $\alpha_{12}(i)$ y $\alpha_{22}(i)$ son parámetros.

En la ecuación (5.7) resulta relevante $\alpha_{\ln (PIB_t)}$, ya que es uno de los términos de coin-tegración del modelo (usualmente se le llama Término de Corrección de Error o Velocidad de Ajuste hacia el equilibrio) y se esperaría negativo⁵ y significativo. La primera ecuación de (5.7) es la que realmente interesa, debido a que plantea la relación establecida en la sección 5.3.

⁵El signo negativo indica que la velocidad de ajuste del coeficiente tiende o converge hacia el equilibrio, véase Enders(2004, 342).

$$\begin{aligned}
 \Delta \widehat{\ln PIB} = & \quad 0.0078 \quad \times (\ln PIB_{t-1} - 5.8034 \times \ln TI_{t-1}) \\
 & \quad [3.3102] \\
 & \quad (0.0027)^* \\
 & + \quad 0.2339 \quad \times \Delta (\ln PIB_{t-1}) + \quad 0.0626 \quad \times \Delta (\ln PIB_{t-2}) \\
 & \quad [1.1922] \quad \quad \quad [0.3171] \\
 & \quad (0.2439) \quad \quad \quad (0.7537) \\
 & - \quad 0.2929 \quad \times \Delta (\ln PIB_{t-3}) + \quad 0.0808 \quad \times \Delta (\ln TI_{t-1}) \\
 & \quad [-1.6797] \quad \quad \quad [1.2514] \\
 & \quad (0.1050) \quad \quad \quad (0.2219) \\
 & + \quad 0.007023 \quad \times \Delta (\ln TI_{t-2}) + \quad 0.0770 \quad \times \Delta (\ln TI_{t-3}) \\
 & \quad [0.101166] \quad \quad \quad [1.212840] \\
 & \quad (0.9202) \quad \quad \quad (0.2361)
 \end{aligned} \tag{5.8}$$

La ecuación (5.8) muestra una parte del modelo VEC para Brasil, donde los errores estándar aparecen en corchetes y el *p-value* aparece en paréntesis. Nos percatamos que no hay intercepto y por el criterio *AIC* las variables están rezagadas tres periodos. También podemos establecer que aún en la prueba de cointegración de Johansen, del Cuadro 5.4, que aparezca una ecuación de cointegración en el valor de la traza y del máximo valor propio, el coeficiente de la velocidad de ajuste hacia el equilibrio es positiva y estadísticamente no significativa. La velocidad de ajuste del modelo VEC es positiva, por lo que no existe una reducción del desequilibrio de largo plazo. En este caso, las desviaciones del $\ln(TI)$ no se corrige anualmente al $\ln(PIB)$. En el caso en que el parámetro del coeficiente sea positivo y significativo, significa que no existe causalidad de largo plazo de la variable independiente, en este caso el $\ln(TI)$, no tiene influencia de largo plazo en la variable dependiente $\ln(PIB)$. Aunque podría ser el caso contrario (habría que estimar la otra parte de la ecuación (5.7) y verificar esto y corroborar el resultado con la prueba de Causalidad de Granger). Como lo que interesa en este trabajo es la influencia de los $\ln(TI)$ hacia el $\ln(PIB)$, se descarta seguir haciendo pruebas a Brasil.

$$\begin{aligned}
 \Delta \widehat{\ln PIB} = & \begin{matrix} 0.0007 \\ [3.8646] \\ (0.0006)^* \end{matrix} \times (\ln PIB_{t-1} + 3.7100 \times \ln TI_{t-1}) \\
 & + \begin{matrix} 0.5188 \\ [4.3178] \\ (0.0002)^* \end{matrix} \times \Delta (\ln PIB_{t-1}) - \begin{matrix} 0.8586 \\ [-0.7267] \\ (0.4732) \end{matrix} \times \Delta (\ln PIB_{t-2}) \\
 & + \begin{matrix} 0.0646 \\ [1.5174] \\ (0.1400) \end{matrix} \times \Delta (\ln TI_{t-1}) - \begin{matrix} 0.0706 \\ [-1.6871] \\ (0.1023) \end{matrix} \times \Delta (\ln TI_{t-2})
 \end{aligned} \tag{5.9}$$

La ecuación (5.9) muestra el VEC para el caso de Chile, donde los errores estándar aparecen en corchetes y el *p-value* aparece en paréntesis. Se aprecia que no hay intercepto en la ecuación y que sólo hay dos periodos rezagados (de acuerdo al criterio AIC). El coeficiente de velocidad de ajuste hacia el equilibrio es positivo, por lo que existe desequilibrio en el largo plazo. Estamos en la misma situación que en el caso de Brasil, ya que en el caso de que el parámetro del coeficiente sea positivo y significativo, significa que no existe causalidad de largo plazo de la variable independiente, en este caso el $\ln(TI)$, no tiene influencia de largo plazo en la variable dependiente $\ln(PIB)$. Aunque podría ser el caso contrario (habría que estimar la otra parte de la ecuación (5.7) y verificar esto y corroborar el resultado con la prueba de Causalidad de Granger). Como lo que interesa en este trabajo es la influencia de los $\ln(TI)$ hacia el $\ln(PIB)$, se descarta seguir haciendo pruebas a Chile.

$$\begin{aligned}
 \Delta \widehat{\ln PIB} = & \begin{matrix} 0.0117 \\ [1.6365] \\ (0.1118) \end{matrix} - \begin{matrix} 0.5235 \\ [-6.0040] \\ (0.0000)^* \end{matrix} \times (\ln PIB_{t-1} - 0.5020 \times \ln TI_{t-1} - 0.0359 \times t - 22.3763) \\
 & + \begin{matrix} 0.4967 \\ [4.3894] \\ (0.0001)^* \end{matrix} \times \Delta (\ln PIB_{t-1}) - \begin{matrix} -0.2438 \\ [3.3848] \\ (0.0019)^* \end{matrix} \times \Delta (\ln TI_{t-1})
 \end{aligned} \tag{5.10}$$

La ecuación (5.10) muestra el caso de Perú, donde los errores estándar aparecen en corchetes, el *p-value* aparece en paréntesis y * significa el rechazo de la hipótesis nula al 5 %. Se aprecia que existe un intercepto en la ecuación de cointegración, de que el coeficiente de la velocidad de ajuste tiende hacia el equilibrio, porque es negativa, y estadísticamente significativa. Es decir, que tanto el $\ln(PIB)$ como los $\ln(TI)$, guardan una relación en el corto plazo que impulsan al $\ln(PIB)$ en el largo plazo (también son significativos los parámetros estimados). Debido a que la $R^2 = 0.6189$ y al estadístico $DW = 2.0433$, esto lleva al razonamiento de que los términos de intercambio están estrechamente relacionados con el $\ln(PIB)$ y de que el país es fuertemente dependiente de los productos primarios que exporta. Lo anterior haría dependiente al $\ln(PIB)$ de Perú, ya que la sensibilidad de los mercados internacionales de los *commodities* influiría en la volatilidad del mercado interno, contrayendo o expansionando el producto, empleo y demás variables que se relacionan con el $\ln(PIB)$. En este caso, el parámetro del coeficiente de ajuste de Perú es significativo y negativo, esto quiere decir que existe causalidad de largo plazo entre la variable independiente, $\ln(TI)$, y la dependiente, $\ln(PIB)$. Aunque debe de corroborarse esta causalidad con la Prueba de Causalidad de Granger.

La ecuación (5.1) muestra el término de corrección de errores para Perú, el cual queda específicamente establecido en la ecuación siguiente:

$$e = -\hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2 t + \ln PIB_{t-1} - \hat{\beta}_3 \ln TI_{t-1}, \quad (5.11)$$

donde $\hat{\beta}_1 = 22.3763$, $\hat{\beta}_2 = 0.0359$ y $\hat{\beta}_3 = 0.5020$. Resulta interesante observar que el estadístico Durbin-Watson señala ausencia de autocorrelación. El caso de Perú fue el único que determinó un modelo VEC.

El cuadro 5.5 resume las pruebas de normalidad, Correlación y Heteroscedasticidad que se aplicaron al caso de Perú. Para la prueba de normalidad, de acuerdo con el *p-value* reportado no rechazamos la hipótesis nula de normalidad. Para la prueba de correlación serial, no rechazamos la hipótesis nula de no correlación serial en los residuos. Por último, en la prueba de heteroscedasticidad de Breusch-Pagan-Godfrey no se rechaza la hipótesis nula de no heteroscedasticidad a un nivel del 5 %. Esta prueba indica la homoscedasticidad de los errores. Con esta batería de pruebas concluimos que el modelo VEC de Perú cumple con el

Cuadro 5.5: Pruebas de Normalidad, Correlación serial y Heterocedasticidad

Normalidad (Jarque-Bera)	0.003816 (0.998094)
Correlación con dos rezagos (Bresuch-Godfrey)	0.410058 (0.8146)
Heteroscedasticidad (Breusch-Pagan-Godfrey)	8.570540 (0.0728)

Nota: Los números en paréntesis son los *p-values* y el * indica rechazo de la hipótesis nula al 5 %.

Fuente: elaboración propia.

Teorema de Gauss-Markov (Wooldridge, 2010).

Considerando la ecuación (5.7), la velocidad de ajuste es determinada por $\alpha_{\ln PIB_t}$ y $\alpha_{\ln TI_t}$. En el caso de que estos últimos coeficientes sean, significativas, diferentes de cero, se entiende que las variables están cointegradas. En primera instancia porque la implicación más importante para el sistema es que están relacionadas directamente con las raíces características del sistema de ecuaciones en diferencias. Para obtener cointegración, se requiere que la primera de éstas sea negativa y la segunda positiva. En segunda instancia, en el caso de que ambos coeficientes fueran estadísticamente cero por la hipótesis de prueba, es decir que $\alpha_{\ln PIB_t} = \alpha_{\ln TI_t} = 0$, no existiría una corrección de error y se debiera estimar un VAR en primeras diferencias (Enders, 2004). Aunque se ha estimado una causalidad de largo plazo para Brasil, Chile y Perú, solamente el caso de Perú tiene la velocidad de ajuste con signo negativo, por lo que el $\ln TI$ influencia al $\ln PIB$ en el largo plazo. esto no descarta la posibilidad, al menos para Brasil y Chile que la causalidad se invierta, por lo que habría que realizarse la prueba de Causalidad de Granger para verificar que variable causa a cual.

La causalidad de Granger se usa para saber si los rezagos de una variable se consideran para introducirse en una ecuación para la otra variable. Así, si una variable no mejora el alcance del pronóstico de la otra variable, entonces no la causa en el sentido de Granger. La forma de probar la causalidad de Granger es usar una prueba F de la restricción de que todos los rezagos sean estadísticamente cero (para el caso de la ecuación (5.7) sería de $\alpha_{21}(i) = 0$

o $\alpha_{12}(i) = 0$). Una nota importante es que la exogeneidad de Granger mide actualmente si valores pasados y actuales de una variable ayudan al pronóstico o valores futuros de la otra variable, lo que difiere con el concepto de exogeneidad.

A los modelos VEC, también se les puede aplicar el análisis que se le hacen a los VAR (Lutkepohl y Kratzig, 2004). Lo anterior con la finalidad de obtener información acerca de la interacción de las variables. Tradicionalmente se utiliza la función de impulso respuesta y el análisis de la descomposición de varianza.

Al considerar la ecuación (5.7), los efectos acumulados de un impulso unitario en $\varepsilon_{\ln PIB,t}$ o en $\varepsilon_{\ln TI,t}$ pueden obtenerse por la suma de los coeficientes de la función de impulso respuesta (Enders, 2004). Las funciones de impulso respuesta se pueden graficar para analizar una forma visual de detectar si las series responden a varios *shocks*. Tradicionalmente se utiliza la descomposición de Cholesky para dar un conjunto mínimo de supuestos que pueden ser usados para identificar el orden en el que las variables afectan directamente a las innovaciones y no imponer alguna restricción arbitraria. Por otro lado, la descomposición de varianza informa acerca de la proporción de movimientos en una secuencia de sus propios shocks *versus* los shocks de la otra variable. En materia económica, es típico para la variable explicar casi todo su pronóstico con el error de varianza en horizontes cortos y con proporciones pequeñas en horizontes más grandes (Enders, 2004). Al análisis de impulso respuesta y a la descomposición de varianza se les llama usualmente contabilidad en las innovaciones (Enders, 2004). Básicamente se utilizan para estudiar la relación entre las variables económicas, específicamente ante cambios en $\varepsilon_{\ln PIB,t}$ y en $\varepsilon_{\ln TI,t}$.

El análisis de la causalidad de Granger, así como la descomposición de varianza o el de impulso respuesta debiera aplicarse al caso de Perú, ya que las series cointegran y se ha estimado el VEC correspondiente. Sin embargo, se deja este propósito para un trabajo posterior, como parte de la agenda de investigación pendiente.

Conclusiones

La hipótesis de Prebisch (1986) marcó un cambio generacional en la mayoría de los países en desarrollo. El supuesto radica en que los precios de los productos agrícolas o de materias

primas se han movido desfavorablemente en favor de los precios de los productos manufacturados. La afirmación es que los países del centro producen bienes de capital, industria y manufactura, mientras que los de la periferia producen bienes agrícolas, recursos naturales, en resumen materias primas. Debido a que los avances tecnológicos influyen en la forma de producir bienes y servicios, estos favorecen más a la manufactura que a las materias primas. Los *shocks* de demanda internacional de productos primarios hacen que crezcan más los precios de estos y con ello en la creciente se ven favorecidos, en la menguante los precios de los productos primarios se contraen con mayor fuerza y más rápido que los precios de los productos manufacturados, debido a la resistencia salarial de las organizaciones. Esto hace que los términos de intercambio tengan oscilaciones debido al ciclo económico.

Teóricamente la hipótesis de Prebisch (1986) se resume en un debate a favor y en contra, dependiendo de las políticas adoptadas a favor de una intervención gubernamental o en contra. Sin embargo, la evidencia empírica ha demostrado que no existe un deterioro de los Términos de Intercambio, salvo en el periodo entre guerra. Mucho menos existe evidencia de que la participación predominante de los productos agrícolas en el mercado internacional conlleva a una disminución del ingreso per cápita en los países en vías de desarrollo. Lo que si se ha encontrado, empíricamente, es que la dependencia de los productos agrícolas muestra una volatilidad en sus precios y esto acarrea fluctuaciones determinísticas en el Producto Interno Bruto.

Este trabajo se centró en medir el grado de dependencia entre los Términos de Intercambio y el Producto Interno Bruto para países que han sido históricamente proveedores de materias primas al mercado internacional. Argentina, Brasil, Chile, México y Perú son ejemplos de una apertura comercial importante y hasta el siglo pasado, predominantemente exportadores de productos primarios. A inicios de este siglo, estos países han mostrado una participación menor en sus Términos de Intercambio, proliferando la maquila y la manufactura, algunos en mayor o menor grado.

Para llevar a cabo la cointegración entre el $\ln(PIB)$ y los $\ln(TI)$, se optó por un método de series de tiempo. Se construyó un modelo de Corrección de Errores (VEC), todas las variables con el mismo orden de integración $I(1)$, verificadas con pruebas de raíz unitaria ADF, PP y KPSS. Se estableció que Argentina y México no presentan series integradas del

mismo orden, por lo que cualquier ecuación de regresión carece de significado. Para los casos de Brasil, Chile y Perú se encontró que todas las series tienen el mismo orden de integración, sin que se verificara una tendencia estocástica en la secuencia de sus residuos (no aplica el caso de estimar la ecuación en primeras diferencias). Por otro lado, se procedió a establecer si las series cointegran. Sin embargo, al estimar una parte del modelo de corrección de errores (VEC), se encontró que la velocidad de ajuste para Brasil y Chile no es negativo como se esperaba, aunque sea estadísticamente significativo. Al no tener la relación esperada, *a-priori* se descarta la posibilidad de que los $\ln TI$ puedan causar al $\ln PIB$. Esto se debe de corroborar con la causalidad de Granger que se deja para un trabajo futuro.

El caso de la economía peruana, se encontró que existe una relación de cointegración y que la velocidad de ajuste es negativo en la primera parte del VEC y también estadísticamente significativo. También se encontró que los logaritmos naturales de los Términos de Intercambio y el PIB rezagado un periodo, tienen una influencia directa en el $\ln(PIB)$ actual que corrigen las desviaciones de corto plazo para alcanzar la relación de largo del PIB y de los TI, (esto debe verificarse con la causalidad de Granger). También es posible encontrar cómo las innovaciones afectan— la evolución de las series mediante el análisis de impulso-respuesta y/o el de descomposición de varianza.

Los resultados de los modelos y de la metodología adoptada en este trabajo no son contradictorios con lo que se esperaba. Para los casos de Brasil y Chile, el grado de dependencia de los Términos de Intercambio para hacer crecer el Producto Interno Bruto ha ido disminuyendo con el tiempo. La evidencia sugiere que estos países han apostado por desarrollar un aparato productivo orientado a la manufactura o bienes y servicios conducentes a potenciar la industria o los servicios, esto los hace ser menos propensos a sufrir las volatilidades de los precios de los *commodities*, con ello se robustece la idea de un crecimiento endógeno basado en un *learning by doing*. Por otro lado, la inversión extranjera o la inversión en cartera han aumentado en estos países, lo que también ha menguado la participación de los bienes comerciables. También evidencian la tendencia progresiva del desarrollo de vida de sus habitantes, ya que el Producto per cápita es creciente en el tiempo.

Nuevamente Perú muestra un grado de dependencia hacia el sector de bienes primarios exportables. Esto hace sensible su Producto Interno, por la volatilidad de los precios de los

commodities, pero no presenta un deterioro de los términos de intercambio o de los niveles de vida de sus habitantes, en el sentido de Prebisch (1986). Para el caso de Argentina, los resultados en este capítulo son no concluyentes.

Conclusiones finales

La idea que ha orientado este trabajo es la de explicar la relación de los recursos naturales con el crecimiento económico. La mayoría de los trabajos apuntan a que los recursos naturales son una especie de maldición. Una forma subyacente de esta maldición es lo que se conoce como “la enfermedad holandesa” aunque en la hipótesis de investigación de este trabajo se ha establecido que “La existencia de un conocimiento tecnológico doméstico, basada en un aprendizaje por la práctica, ha revertido el proceso del deterioro de los términos de intercambio, es decir la enfermedad holandesa. Este crecimiento endógeno se ha manifestado en países exportadores de bienes primarios”.

Con esta hipótesis es posible responder a los cuestionamientos iniciales establecidos en las preguntas de investigación. Así, cada pregunta está relacionada básicamente con la distribución de los capítulos del presente trabajo. Para responder a las preguntas de las teorías que relacionan los recursos naturales con el crecimiento económico, cuáles son los elementos o bloques de construcción de esta relación y los mecanismos en que se manifiestan dando origen al planteamiento del problema, este último en la “enfermedad holandesa”, se tiene el capítulo 1.

Así, se expuso en el primer capítulo que el comportamiento de largo plazo de los recursos no renovables es igual que el de los renovables o productos primarios, debido a que las reservas de los recursos no ha variado en los últimos siglos y segundo, los precios de los recursos no renovables en el largo plazo no han variado demasiado. La modificación que tenga un país por el descubrimiento de un recurso natural dependerá básicamente de los precios determinados por el mercado mundial y instituciones. Por ello, se estudia la relación entre la abundancia de los recursos naturales y el Producto Interno Bruto (PIB).

Una de las afirmaciones comunes es que la maldición de los recursos naturales es origina-

da por las malas instituciones. Prebisch (1986) fue el primero en establecer que los términos de intercambio han sido para los países exportadores de los recursos naturales y que para países industrializados se han visto beneficiados. Con esta explicación, llega al resultado natural que el subdesarrollo es originada por estas instituciones manifestada en agrupaciones laborales para los países del centro y ausentes en los de la periferia. También la malas instituciones se basan en grupos de poder que controlan o son parte del estado, influyen en las decisiones de política o determinan las instituciones que han inhibido el reparto de estas ganancias con sus ciudadanos. El saqueo y el apetito voraz de las ganancias extraordinarias es la explicación del comportamiento de los gobernantes.

Otra fuente de explicación es el sistema financiero. La idea descansa sobre la eficiencia de su mercado y su plena descentralización como garante de las actividades comerciales y de la disminución del impacto en los precios. Por lo que los países caracterizados por una ausencia de mercados financieros o por una ineficiencia, debería considerarse iniciar la reformas que constituyan un mercado grande y seguro.

La última explicación está basada en la “enfermedad holandesa”. El resultado sería una disminución de la asignación de factores e ingresos del sector comerciable que no está confiando a la producción de recursos naturales, como la industria o la manufactura, por la movilidad hacia el sector más rentable. Lo anterior, derivado de un incremento de los términos de intercambio ocasionado por un auge internacional. Los efectos en los que se manifiesta la “enfermedad holandesa” son dos, un efecto de sobreapreciación del tipo de cambio y el otro en la reasignación directa de los factores e ingresos. Las implicaciones de la “enfermedad holandesa” en el crecimiento económico también están bastante desarrolladas en la literatura económica. Uno de ellos, como ya se mencionó en los efectos, es la sobrevaluación del tipo de cambio real. Otro es la volatilidad de los precios de los mercados internacionales de los *commodities* y por último el endeudamiento.

Al final, se hace necesario por parte de la literatura económica, explicar cómo la teoría del crecimiento económico endógeno puede relacionar de manera positiva a los recursos naturales con el crecimiento económico, considerándolos una bendición. La explicación basada en una externalidad positiva tipo rendimientos constantes a escala para que genere el dinamismo necesario y no se presente el fenómeno de la “enfermedad holandesa”.

Mientras que para poder explicar cómo se manifiesta la “enfermedad holandesa” se construyó el capítulo 3. El cual se construye para caracterizar la desindustrialización directa y de cómo la política tributaria lo puede evitar. Se desarrolla un modelo de crecimiento para una economía pequeña y abierta, con dos sectores. La estructura productiva presentada es una versión tradicional neoclásica. En consecuencia, existe un sector exportador de materias primas agrícolas no elaboradas y otro manufacturero importador. La función de producción del sector agrícola tiene rendimientos constantes a escala, utilizando un factor fijo (tierra) y trabajo. La función de producción del sector manufacturero posee rendimientos constantes a escala, usando capital y trabajo. La función de producción del sector manufacturero posee rendimientos constantes a escala, usando capital y trabajo. La producción del sector agrícola es consumida y exportada. El sector manufacturero produce el bien importable que puede ser consumido y acumulado.

Para controlar auges en el sector agrícola, el gobierno impone un impuesto a la producción en el sector agrícola. La recaudación tributaria es distribuida a los hogares por medio de una transferencia de suma fija. Los hogares ahorran una fracción constante de su ingreso disponible. La deuda externa es igual a una fracción de capital físico. El modelo no tiene dinámica de transición. Se muestra, en el estado estacionario, que cuando los términos de intercambio aumentan (el precio mundial del bien agrícola exportable aumenta), el salario en la agricultura (valor del producto marginal del trabajo en el sector agrícola) momentáneamente es mayor que el salario en la manufactura, así el trabajo fluye instantáneamente al sector agrícola, igualándose nuevamente los salarios. Asimismo, al perder trabajo el sector manufacturero, el acervo de capital físico en el sector disminuye, acompañado por un aumento en la proporción deuda a capital. Como en el modelo no se consideran bienes no-comerciables, ni tipo de cambio real, la disminución del trabajo manufacturero, de acervo de capital y de la producción manufacturera. A esto se le conoce como desindustrialización directa.

A la desindustrialización, el gobierno responde con un aumento en el impuesto a la producción en el sector agrícola, entonces el salario en la agricultura momentáneamente es menor que el salario en la manufactura, produciendo que el trabajo aumente instantáneamente en el sector manufacturero. También, el acervo de capital aumenta. De esta forma, el ingreso nacional bruto aumenta, acompañado por una disminución en la proporción deuda a capital. Por

lo tanto, el gobierno revierte la desindustrialización. Además, para ilustrar el funcionamiento del modelo, se estudia el caso de la economía colombiana.

También el capítulo 3 está orientado a la explicación de cómo funciona la “enfermedad holandesa”. En este capítulo se realizó un modelo ampliado de crecimiento con dos sectores para estudiar la desindustrialización directa.

La ampliación de este modelo consiste en proponer dos costos de ajuste, uno de ellos a la migración sectorial y otro a la deuda. Con ello se muestra la condición de que al aumentar los términos de intercambio (el incremento de los precios mundiales de los bienes de recursos naturales de exportación), el salario en el sector de recursos naturales es mayor que el salario en la manufactura, y por lo tanto, el trabajo fluye dinámicamente al sector de recursos naturales. En consecuencia, el sector manufacturero pierde trabajo. Por otro lado, el aumento en los términos de intercambio produce una disminución del acervo de capital físico en el sector manufacturero.

Así, el sector manufacturero pierde capital y trabajo. Además, el Ingreso Nacional Bruto disminuye, acompañado por un aumento en la proporción deuda a capital. En este modelo, la disminución del trabajo, del acervo de capital y la producción en el sector de manufactura, se ha definido como desindustrialización directa. Uno de los mecanismos para disminuir los efectos de la desindustrialización es una política tributaria gubernamental. Así, el gobierno responde con un aumento en la tasa del impuesto a la producción del sector de recursos naturales. Lo anterior produce que el salario en el sector de recursos naturales sea menor que el salario en la manufactura, entonces el trabajo en el sector manufacturero aumenta y disminuye en el sector de recursos naturales. Al aumentar el trabajo en la manufactura, aumenta el nivel de capital en el sector. Además, el ingreso nacional bruto aumenta, acompañado por una disminución en la proporción deuda a capital.

De acuerdo con el modelo construido en este capítulo, la deuda privada juega un papel importante en el crecimiento económico, aunque tiene límites, particularmente, en ambientes volátiles de incrementos en las tasas de interés mundial y de riesgo. Básicamente, el ahorro extranjero puede aumentar el acervo de capital doméstico, pero esto no es suficiente, ya que el nivel de deuda puede aumentar los niveles de ingreso y consumo sin propiciar el aumento del *stock* de capital. Por ello, la política fiscal puede revertir el proceso de desindustrialización y

con ello lograr canalizar la deuda privada hacia el sector industrial.

Existe una causalidad al aumentar los precios del bien de recursos naturales y de la política fiscal, como limitante al auge exportador, con respecto al Ingreso Nacional Bruto. Y es debido a que en el estado estacionario, el Ingreso Nacional Bruto depende de la proporción capital-ahorro, considerando las ecuaciones (2.24) y (3.27), por lo que al aumentar el stock de capital (de un nivel de estado estacionario a otro) aumenta el ingreso nacional bruto (el capital es el bien que se acumula). Cuando existe un aumento de los precios del sector de recursos naturales, la población empleada en el sector manufactura se traslada al sector exportador de recursos naturales, lo que ocasiona, en términos contables, que la cantidad de producción disminuya en el sector industrial y con ello el stock de capital, lo que origina a su vez una disminución del ingreso nacional bruto. Por lo anterior, se verifica una desindustrialización. La idea básica de los modelos de crecimiento es que el sector industrial o manufactura es el motor de crecimiento de la economía (Birch y Whitta-Jacobsen, 2005), por lo que al disminuir la cantidad de recursos en este sector, se exhibe un deterioro y con ello el crecimiento de la economía.

Por otro lado, cuando se graba con un impuesto a la producción al sector primario, frena la rentabilidad y con ello los salarios, esto ocasiona que la cantidad de trabajo empleado en el sector primario se reasigne al sector manufacturero y con ello aumente el stock de capital en estado estacionario. Al final, esto repercute en un incremento en el Ingreso Nacional Bruto de estado estacionario. Las simulaciones numéricas de las secciones 2.4 y 3.5 confirman estos resultados.

El modelo construido en el capítulo 3 no establece crecimiento económico, salvo por dos vías. La primera sería una disminución constante en los términos de intercambio en el sector exportador de materias primas, esto provocaría baja rentabilidad del sector y generaría un reacomodo para el sector manufacturero y ampliaría el capital, generando la expansión de la economía. La segunda vía es que deben aumentar los niveles de tecnología en los sectores. Aunque el aumento de la tecnología en el sector de recursos naturales ocasionaría una reasignación de salarios y con ello aumentos en el nivel de empleo para este sector, así como disminución de capital y aumento de deuda. Por ello, el aumento de la tecnología en el sector manufacturero, acompañado de una política tributaria, ocasionaría un crecimiento económico

sostenido, efecto querido porque también disminuye la *ratio* deuda-capital.

Para responder la pregunta relacionada de cómo está relacionado el crecimiento económico endógeno en los recursos naturales y la disminución de los efectos de la “enfermedad holandesa”, se realizó el capítulo 4. En él se desarrolla un modelo de crecimiento endógeno con tres sectores para una economía pequeña y abierta. La economía produce tres bienes, agrícola, manufacturero y no-comerciable. La función de producción del sector agrícola utiliza tierra y trabajo, y su producción es consumida y exportada. La función de producción del sector manufacturero utiliza capital-manufactura y trabajo, y su producción es consumida y acumulada. El bien manufacturero puede ser importado. Se supone que el sector manufacturero produce conocimiento tecnológico doméstico por medio de un aprendizaje por la práctica. Como el conocimiento es un bien público, el conocimiento tecnológico es utilizado en el sector agrícola y en el sector no-comerciable. Por lo tanto, en el modelo hay tres externalidades de aprendizaje. Además, la función de producción del sector no-comerciable utiliza capital-no-comerciable y trabajo, y su producción es consumida y acumulada. Los hogares poseen el factor tierra y los dos tipos de capital, y ahorran una fracción constante y exógena de su ingreso disponible. También, los hogares están sujetos a una restricción de crédito externo.

El modelo aclara esta particularidad de que los recursos naturales son una bendición en el crecimiento económico de los países. Añadir un sector de la construcción a la economía dependiente para estudiar la “enfermedad holandesa” explica mejor la relación de los bienes comerciables y no comerciables que abundan en la literatura económica. Este capítulo presenta un modelo de crecimiento endógeno en donde el capital físico es comerciable y el capital humano es no-comerciable. Con lo anterior, estudia cómo se puede evitar la enfermedad holandesa en una economía dependiente con acumulación de capital.

Las conclusiones de este modelo es que se muestra, en el estado estacionario, que cuando los términos de intercambio aumentan, es decir, cuando el precio relativo del bien agrícola exportable aumenta, el salario en la agricultura (valor del producto marginal del trabajo en el sector agrícola) momentáneamente es mayor que el salario en los otros sectores. Así, el trabajo fluye instantáneamente al sector agrícola. En consecuencia, la proporción de trabajo empleado en el sector agrícola aumenta. Como la proporción de trabajo empleado en el sector manufacturero se mantiene constante, el trabajo ganado por el sector agrícola es perdido

por el sector no-comerciable. Por lo tanto, la proporción de trabajo empleado en el sector no-comerciable disminuye. Después de estos flujos instantáneos de trabajo, nuevamente se igualan los salarios entre los sectores.

También, dada la pérdida de trabajo en el sector no-comerciable, el rendimiento del capital-no-comerciable disminuye momentáneamente. Se estimula entonces la acumulación de capital en el sector manufactura y se desestimula en el sector no-comerciable. Por lo anterior, la relación capital-no-comerciable a capital-manufactura disminuye instantáneamente a un nuevo estado estacionario y los rendimientos nuevamente se igualan. Además, se muestra que el tipo de cambio real (el precio relativo del bien no-comerciable) se mantiene en su mismo nivel en el nuevo estado estacionario. Es decir, la apreciación del tipo de cambio real no está presente (el típico mecanismo de transmisión de la enfermedad holandesa). Cuando los términos de intercambio aumentan, el sector manufacturero, líder tecnológico, no pierde trabajo y el capital-manufactura aumenta relativamente. Por lo tanto, en este modelo, no se produce un deterioro del sector manufacturero, es más, el sector manufactura es beneficiado. En consecuencia, no existe la enfermedad holandesa. Finalmente, como el sector líder en tecnología es beneficiado, la tasa de crecimiento de la economía aumenta.

Con la realización de este capítulo se ha dado un sustento teórico a la reversión de la enfermedad holandesa, basado en el crecimiento endógeno y no en factores institucionales.

Por último, para responder a las preguntas de la evidencia empírica aplicando métodos econométricos y tratar de dilucidar la relación de largo plazo entre recursos naturales y crecimiento económico se construye el capítulo 5. En él, se establece la relación entre crecimiento económico y términos de intercambio, al considerar algunos países de la América Latina como Argentina, Brasil, Chile, México y Perú.

Resulta interesante que los países en mención se han integrado a un mundo globalizado mediante las exportaciones de materias primas, abasteciendo al mercado mundial, México, por ejemplo, se integró a principios de los noventa al Tratado de Libre Comercio (TLCAN), mientras que los demás países optaron por integrarse al desarrollo del Cono Sur. Se trata de un muestra de 37 años, de 1980 a 2016. Se optó por un tratamiento de Series de Tiempo con un modelo de Vector de Corrección de Errores (VEC).

En el capítulo 5 se estableció la estacionariedad de las variables y se analizó el comporta-

miento de los residuales, con ello se determinó el orden de integración realizándose distintas estimaciones para verificar la tendencia determinística o estocástica en los datos. Después se procedió a realizar pruebas de cointegración mediante la metodología de Engle y Granger (1987) y de Johansen (1991), para posteriormente construir un modelo VEC que permita capturar la dinámica de largo y de corto plazo del Producto Interno Bruto y de los Términos de Intercambio de los países analizados.

Como conclusión, se tiene que para Argentina y México, no se pudo establecer si las series cointegran, debido a que las series son integradas de orden diferentes. Mientras que para Brasil y Chile, los logaritmos naturales de los Términos de Intercambio no causan en el largo plazo al logaritmo natural del Producto Interno Bruto, es decir, aún cuando hallamos existencia de cointegración para el periodo de estudio, al estimar el modelo de Corrección de Errores, el término de corrección de errores es positivo y estadísticamente no significativo. En el caso de Perú, se encontró una relación de largo plazo en los Términos de Intercambio y su Producto Interno Bruto, ya que el coeficiente de corrección de error es negativo y estadísticamente significativo, por lo que se concluye que al tratarse de una economía pequeña su PIB está fuertemente asociada a los productos primarios que exporta, haciéndolo dependiente de la volatilidad de los mercados internacionales.

Con todo lo anterior, podemos concluir que los recursos naturales pueden convertirse en una bendición, si se aprovechan las ganancias inesperadas en generar un cambio tecnológico, lo suficientemente para revertir la tendencia de los rendimientos crecientes en el capital y convertir al sector manufacturero en líder de los demás sectores para disminuir el atraso y las desigualdades de los países que conforman la periferia.

La agenda de investigación pendiente y posibles extensiones del trabajo se orientan a endogenizar, en la medida de lo posible las variables que conforman los bloques de construcción. Construir los escenarios con incertidumbre y ver los impactos de la volatilidad de los precios entre los sectores es un núcleo de investigación actual y que no se ha aportado desde este enfoque del crecimiento endógeno. Por último, verificar los mecanismos de política fiscal y monetaria sería deseable, sobre todo si se espera que los gobiernos hagan frente a las fluctuaciones de los precios de los *commodities*. En el caso del modelo propuesto en el capítulo 5, hay que verificar la causalidad en el sentido de Granger y realizar el análisis de

impulso respuesta y/o de varianza.

Bibliografía

- Acemoglu, D. (2009). *Introduction to Modern economic Growth*. Princeton University Press.
- Agénor, P. R. (2005). The analytics of segmented markets. *Working Paper, University of Manchester*.
- Alarco, T. G. (2010). Crisis financiera internacional y patrón de crecimiento de una economía mediana y dependiente: el caso de Perú. *Convergencia. Revista de Ciencias Sociales*, (54):135–159.
- Alvarez, E. R. y Fuentes, S. J. R. (2006a). El síndrome holandés: Teoría y revisión de la experiencia internacional. *The Chilean Economy*, 9(3):97–108.
- Alvarez, R. y Fuentes, R. (2006b). Pautas de especialización en una economía de rápido crecimiento. el caso de Chile. *El trimestre económico*, 4(292):749–781.
- Avendaño, R., Reisen, H., y Santiso, J. (2008). *The Macro Management of Commodity Booms: Africa and Latin America's Response to Asian Demand*. OECD Development Centre.
- Banco Mundial (2018). United nations conference on trade and development, handbook of statistics and data files, and international monetary fund, international financial statistics. World Bank.
- Barro, R. J., Mankiw, N. G., y Sala-i-Martin, X. (1995). Capital mobility in neoclassical models of growth. *The American Economic Review*, 85(1):pp. 103–115.
- Barro, R. J. y Sala-i-Martin, X. (2009). *Crecimiento Económico*. Editorial Reverté, 2a edición.

- Bhagwati, J. (1958). Inmiserizing growth: A gemoetrical note. *The Review of Economic Studies*, 25(3):201–205.
- Bhagwati, J. (1968). Distortions and inmiserizing growth: A generalization. *The Review of economic Studies*, 35(4):481–485.
- Birch, P. y Whitta-Jacobsen, H. J. (2005). *Introducción a la macroeconomía avanzada*. McGraw-Hill.
- Blattman, C., Hwang, J., y Williamson, J. G. (2007). Winners and losers in the commodity lottery: The impacts of trade of terms growth and volatility in the periphery 1870-1939. *Journal of Development Economics*, 82:156–179.
- Brahmbhatt, M., Canuto, O., y Vostroknutova, E. (2010). Dealing with dutch disease. *Economic Premise*, (16):1–7.
- Cafiero, C., Bobenrieth, H., E., Bobenrieth, H., J., y Wright, B. (2011). The empirical relevance of the competitive storage model. *Journal of Econometrics*, 162(1):44–54.
- Casares, E., García-Salazar, M. G., y Porras, I. (2014). Agricultura, términos de intercambio y crecimiento económico. *Perspectivas. Revista de Análisis de Economía, Comercio y Negocios Internacionales*, 8(1):31–56.
- Casares, E. R. (2007). Comercio, tipo de cambio real y crecimiento económico. *Estudios de Economía*, 34(1):21–35.
- Caselli, F. (2006). Power struggles and the natural resource curse. *Working Paper LSE*.
- Chenery, H. y Syrquin, M. (1975). *Patterns of Development, 1950-1970*. Oxford University Press.
- Collier, P. y Goderis, B. (2007). Commodity prices, growth, and the natural resource curse: Reconciling a conundrum. *Centre for the Study of African Economies, Working Paper*(276):1–45.

- Collier, P., van der Ploeg, F., y Venables, A. J. (2009). Managing resource revenues in developing economies. Technical report, Centre of the Analysis of Resource Rich Economies and by the Centre for the Study of African Economies.
- Corden, W. M. y Neary, J. P. (1982). Booming sector and de-industrialisation in a small open economy. *The Economic Journal*, 92(368):pp. 825–848.
- Cuddington, J. T. y Urzua, C. M. (1989). Trends and cycles in the net barter terms of trade: A new approach. *The Economic Journal*, 99(396):426–442.
- Cuevas, A. V. M. (2016). Cost and relative price competitiveness of the mexican manufacturing industry in the u. s. market. *El Colegio de la Frontera Norte, A. C.*, 28(55):53–78.
- Deaton, A. y Laroque, G. (1996). Competitive storage and commodity price dynamics. *The Journal of Political Economy*, 104(5):896–923.
- Devarajan, S. (1999). *Estimates of Real Exchange Rate Misalignment with a Simple General-Equilibrium Model*. Oxford University Press.
- Ebrahim-zadeh, C. (2003). El síndrome holandés: Demasiada riqueza malgastada. *Finanzas y Desarrollo*, pp. 50–51.
- Edwards, S. (1986). *Economic Adjustment and Real Exchange Rates in Developing Countries*, capítulo Commodity Export Prices and the Real Exchange Rate in Developing Countries: Coffee in Colombia. University of Chicago.
- Enders, W. (2004). *Applied Econometric Time Series*. Wiley Series in Probability and Statistics.
- Engle, R. F. y Granger, W. J. (1987). Co-integration and error correction: Representation, estimation and testing. *Econometrica*, 55:251–276.
- Engle, R. F. y Yoo, B. S. (1987). Forecasting and testing in co-integrated systems. *Journal of Econometrics*, pp. 143–159.
- Fourgeaud, C., Lenclud, B., y Michel, P. (1982). Technological renewal of natural resource stocks. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 4(1):1–36.

- Fraga, C. C. A. y Moreno-Brid, J. C. (2006). Exportaciones, términos de intercambio y crecimiento económico de brasil y méxico, de 1960 a 2002: un análisis comparativo. *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, 37(146):79–86.
- Fraga, C. C. A. y Moreno-Brid, J. C. (2015). Exportaciones, términos de intercambio y ciclos de crecimiento económico de méxico y brasil. *EconoQuantum*, 12(1):71–95.
- Frankel, J. A. (2010a). A comparison of monetary anchor options, including product price targeting, for commodity exporters in latin america. Technical Report 16362, National Bureau of Economic Research.
- Frankel, J. A. (2010b). The natural resource curse: A survey. *HKS Faculty Research Working Paper Series, RWP10-005, John F. Kennedy School of Government, Harvard University*.
- Gelb, A. y associates (1988). *Oil Windfalls, Blessing or Curse?* Oxford University Press.
- Groth, C. (2007). *Sustainable Resource Use and Economic Dynamics*, volumen 10 de *The Economics Of Non-Market Goods And Resources*, capítulo A New-Growth Perspective on Non-Renewable Resources, pp. 127–163. Springer Netherlands.
- Guilló, M. D. y Perez-Sebastian, F. (2007). The curse and blessing of fixed specific factors in small-open economies. *Journal of Development Economics*, 82:58–78.
- Guilló, M. D. y Perez-Sebastian, F. (2010). *Reexaminig the Role of Land in Economic Growth*. Department of Economics, Universidad de Alicante.
- Gujarati, D. N. (2004). *Econometría*. McGrawHill.
- Gustafson, R. (1958). Carryover level of grains: A methodfor determining amounts that are optimal under specified conditions. *U. S. Department of Agriculture*, 1178.
- Gylfason, T. (2001). Natural resources, education, and economic development. *European Economic Review*, 45:847–859.
- Gylfason, T. (2002). *Fostering Sustainable Growth in Ukraine*, volumen Part. I, capítulo Natural Resources and Economic Growth: What Is the Connection?, pp. 48–66. Physica-Verlag HD.

- Hart, R. (2012). The economics of natural resources: Understanding and predicting the evolution of supply and demand. *Working Paper of the Department of Economics of the Swedish University of Agricultural Science*, 1(3).
- Hausmann, R. y Rigobon, R. (2002). An alternative interpretation of the "resource curse": Theory and policy implications. Technical Report 9424, national Bureau of Economic Research.
- Hernández, G. (2011). Terms of trade and output fluctuations in colombia. *Working Paper, University of Massachusetts Amherst*.
- Hinkle, L. E. y Nsengiyumva, F. (1999). *The Three-Good Internal RER for Export, Imports, and Domestic Goods*. Oxford University Press.
- Isham, J., Woolcock, M., Pritchett, L., y Busby, G. (2005). The varieties of resource experience: Natural resource export structures and the political economy of economic growth. Technical Report 2, The World Bank.
- Ismail, K. (2010). The structural manifestation of the "dutch" disease: The case of oil exporting countries. Technical report, IMF.
- Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12:231–254.
- Johansen, S. (1991). Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors in gaussian vector autoregressive models. *Econometrica*, 59:1551–1580.
- Johansen, S. y Juselius, K. (1990). Maximum likelihood estimation and inference on cointegration-with application to the demand of money. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, (52):169–210.
- Korinek, A. y Servén, L. (2010). Undervaluation through foreign reserve accumulation. static losses, dynamic gains. *Policy Research Working Paper 5250, World Bank*.
- Krueger, A. O. (1983). Trade policies in developing countries. Technical report, The World Bank.

- Krugman, P., Obstfeld, M., y Melitz, M. (2018). *International Economics. Theory and Policy*. Pearson, 11 edición.
- Kwiatkowski, D., Phillips, P., Schimdt, P., y Yoncheol, S. (1992). Testing the null hypothesis of stationary against the alternative of a unit root. *Journal of econometrics*, pp. 159–178.
- Lanteri, L. N. (2015). Resultado fiscal, cuenta corriente y términos de intercambio. relaciones de largo plazo para la economía argentina. *Análisis Económico*, XXX(74):97–113.
- Lederman, D. y Colin, X. L. (2001). Comparative advantage and trade intensity: Are traditional endowments destiny? Technical report, The World Bank.
- Lederman, D. y Maloney, W. F. (2003). Trade structure and growth. Policy Research Working Paper 3025, The World Bank.
- Lederman, D. y Maloney, W. F. (2007). *Neither Curse nor Destiny*, capítulo Trade Structure and Growth. Stanford University and Banco Mundial.
- Lederman, D. y Maloney, W. F. (2008). In search of the missing resource curse. *World Bank*, Policy Research Working Paper(4766):1–41.
- Loayza, N. V., Ranciere, R., servén, L., y Jaume, V. (2007). Macroeconomic volatility and welfare in developing countries: An introduction. 21 3, World Bank Economic Review.
- Lomelí, H. y Rumbos, B. (2003). *Métodos dinámicos en economía. Otra búsqueda del tiempo perdido*. Thompson, 1a edición.
- Lutkepohl, H. y Kratzig, M. (2004). *Applied Time Series Econometrics*. Cambridge University Press, New York.
- MacKinnon, J. (1996). Numerical distribution functions for unit root and cointegration test. *Journal of Applied econometrics*, pp. 601–618.
- MacKinnon, J. G. (2010). Critical values for cointegration tests. Working Paper 1227, Queen's Economics Department.

- Manzano, O. y Rigobon, R. (2001). Resource curse or debt overhang. Technical Report 8390, National Bureau of Economic Research.
- Mas-Colell, A. y Razin, A. (1973). A model of intersectoral migration and growth. *Oxford University Papers, New Series*, 25(1):72–79.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., y Behrens III, W. (1972). *The Limits to Growth*. Universe Books.
- Mehlum, H., Moene, K., y Torvik, R. (2005). Institutions and the resource curse. Technical report.
- Mulligan, C. y Sala-i-Martin, X. (1991). A note on the time-elimination method for solving recursive dynamics economic models. *NBER Technical Working Paper*, (116).
- Nordhaus, W. (1992). *Letal Model 2: The Limits to Growth Revisited*. Brooking Papers on Economic Activity.
- Norhaus, W. (1974). Resources as a constraint on growth. *American Economic Review*, pp. 22–26.
- Papayrakis, E. y Gerlagh, R. (2007). Resource abundance and economic growth in the united states. *European Economic Review*, (51):1011–1039.
- Perry, G. E., Arias, O. S., López, J. H., Maloney, W. F., y Servén, L. (2006). *Poverty Reduction and Growth: Virtuous and Vicious Circles*. World Bank, Washington D. C.
- Pindyck, R. y Rotemberg, J. (1990). The excess co-movement of commodity prices. *The Economic Journal*, 100403:1173–1189.
- Ploeg, F. v. d. (2007). Africa and natural resources: Managing natural resources for sustainable growth. *Background paper commissioned by the African Development Bank for the 2007 Annual Report*.
- Ploeg, F. v. d. (2011a). Fiscal policy and dutch disease. *CESifo Working Paper, Series 3398*.

- Ploeg, F. v. d. (2011b). Natural resources: Curse or blessing? *Journal of Economic Literature*, 49(2):pp. 366–420.
- Prebisch, R. (1986). El desarrollo económico de américa latina y algunos de sus principales problemas. *Desarrollo Económico*, 26(103):479–502.
- Quintana, R. L. y Mendoza, G. L. (2008). *Econometría Básica*. Plaza y Valdéz, México.
- Razin, A. y Colin, Susan, M. (1997). Real exchange rate misalignment and growth. Technical Report 6174, National Bureau of Economic Research.
- Robinson, J. A., Torvik, R., y Verdier, T. (2006). Political foundations of the resource curse. *Jornal of Development Economics*, (79):447–468.
- Rodríguez, F. y Sachs, J. D. (1999). Why do resource abundant economies grow more slowly? a new explanation and approachlication to venezuela. *Journal of Economic Growth*, 4(3):277–303.
- Roldos, J. E. (1991). Tariffs, investment and the current account. *International Economic Review*, 32(1):pp. 175–194.
- Romer, P. M. (1989). *Capital Accumulation in the Theory of Long Run Growth*. Basil Blackwell.
- Ros, J. (2011). How to neutralize the adverse developmental effects of the dutch disease? *Paper prepared for the Workshop on New Developmentalism and a Structuralist Development Macroeconomics, Organizado por el Centro Celso Furtado*.
- Sachs, J. D. y Warner, A. (1995). Natural resource abundance and economic growth. *NBER Working Paper*.
- Sachs, J. D. y Warner, A. M. (2001). The curse of natural resources. *European Economic Review*, 45:827–838.
- Sala-I-Martin, X. (2000). *Apuntes de crecimiento Económico*. Antoni-Bosch editor, 2a edición.

- Sala-i-Martin, X., Doppelhofer, G., y Miller, R. I. (2004). Determinants of long-term growth: A bayesian averaging of classical estimates (bace) approach. *The American Economic Review*, 94(4):pp. 813–835.
- Sala-i-Martin, X. y Subbramanian, A. (2003). Addressing the natural resource curse: An illustration from nigeria. *NBER Working Paper*.
- Sanabria, W. y Campo, J. (2012). Recursos naturales y crecimiento económico en colombia: ¿maldición de los recursos? *Facultad de Economía, Universidad Católica de Colombia, Documentos de Trabajo*, (12).
- Sims, C. (1980). Macroeconomics and reality. *Econometrica*.
- Singer, H. (1998). The terms of trade fifty years later. *International Review of Economics and Business*, 1(1).
- Sinnott, E., Nash, J., y de la Torre, A. (2010). *Los Recursos Naturales en América Latina y el Caribe ¿Más Allá de Bonanzas y Crisis?* Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial.
- Solow, R. (1956). A contribution to the theory of the economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, 70:65–94.
- Spatafora, N. y Warner, A. (1995). Macroeconomics effects of terms of trade shocks. the case of oil - exporting countries. *International Monetary Fund, Policy Research Working Paper*(1410):1–42.
- Spraos, J. (1980). The statistical debate on the net barter terms of trade between primary commodities and manufactures. *Economical Journal*, 90:107–128.
- Stijns, J.-P. C. (2005). Natural resource abundance and economic growth revisited. *Resources Policy*, 30(2):107–130.
- Stuermer, M. (2014). 150 years of boom and bust: What drives mineral commodity prices? *Working Paper of Federal Reserve Bank of Dallas*, (1414):1–38.

- Stuermer, M. y Schwerhoff, G. (2017). Non-renewable resources, extraction technology, and endogenous growth. *Working Paper*, pp. 1–67.
- Tahvonen, O. y Salo, S. (2001). Economic growth and transition between renewable and non renewable energy resources. *European Economic Review*, 45(8):1379–1398.
- Tornell, A. y R., L. P. (1999). The voracity effect. *The American Economic Review*, 89(1):22–46.
- Tovar, R. P. y Chuy, K. A. (2000). Término de intercambio y ciclos económicos: 1950-1998. Technical report, Banca Central de Reserva de Perú, Lima, Perú.
- Turnovsky, S. J. (1996). Endogenous growth in a dependent economy with traded and non-traded capital. *Review of International Economics*, 4:300–321.
- Uribe M., A. F. (2011). *Ciclos económicos en Colombia: Bonanzas y Recesión, Notas Fiscales*. Dirección General de Política Macroeconómica, Centro de Estudios Fiscales, Bogotá, Colombia.
- Villanueva, D. P. y Mariano, R. S. (2007). External debt, adjustment, and growth. *Fiscal Policy and Management in East Asia, NBER-EASE*, 16:199–221.
- Walsh, C. (2003). *Monetary theory and policy*. Cambridge: The MIT Press.
- Weil, D. N. (2008). *Economic Growth*. Prentice Hall, 2 edición.
- Williamson, J. (2008). Exchange rate economics. Technical Report 08-3, Peterson Institute for International Economics.
- Wincoop, E. v. (1993). Structural adjustment and the construction sector. *European Economic Review*, (37):177–201.
- Wooldridge, J. M. (2010). *Introducción a la Econometría. Un enfoque moderno*. Cengage Learning Editores.

Apéndice A

Diferenciando parcialmente las ecuaciones (3.8), (3.14) y (3.20) con respecto a K , n y d , respectivamente, y al evaluar en la vecindad del estado estacionario¹ se tiene:

$$\begin{aligned}
 a_{11} = & \left(\frac{1}{1-d^*} \right) \left(\left(s \left(-\frac{p_A A_A F^\alpha n^{*1-\alpha}}{K^{*2}} + \frac{A_M K^{*\beta-1} (\beta-1) (1-n^*)^{1-\beta}}{K^*} \right) \right. \right. \\
 & \left. \left. + \frac{\beta A_M K^{*\beta-1} (\beta-1) (1-n^*)^{1-\beta} d^*}{K^*} \right) K^* \right. \\
 & \left. + s \left(\frac{p_A A_A F^\alpha n^{*1-\alpha}}{K^*} + A_M K^{*\beta-1} (1-n^*)^{1-\beta} - r d^* \right) - \delta \right. \\
 & \left. + \left(\beta A_M K^{*\beta-1} (1-n^*)^{1-\beta} - r - \delta \right) d^* \right)
 \end{aligned} \tag{A.1}$$

$$\begin{aligned}
 a_{12} = & \left(\frac{1}{1-d^*} \right) \left(s \left(\frac{p_A A_A F^\alpha n^{*1-\alpha} (1-\alpha)}{n^* K^*} - \frac{A_M K^{*\beta-1} (1-n^*)^{1-\beta} (1-\beta)}{1-n^*} \right) \right. \\
 & \left. - \frac{\beta A_M K^{*\beta-1} (1-n^*)^{1-\beta} (1-\beta) d^*}{1-n^*} \right) K^*
 \end{aligned} \tag{A.2}$$

$$\begin{aligned}
 a_{13} = & \frac{\left(-sr + \beta A_M K^{*\beta-1} (1-n^*)^{1-\beta} - r - \delta \right) K^*}{1-d^*} \\
 & + \left(s \left(\frac{p_A A_A F^\alpha n^{*1-\alpha}}{K^*} + A_M K^{*\beta-1} (1-n^*)^{1-\beta} - r d^* \right) - \delta \right. \\
 & \left. + \left(\beta A_M K^{*\beta-1} (1-n^*)^{1-\beta} - r - \delta \right) d^* \right) \frac{K^*}{(1-d^*)^2}
 \end{aligned} \tag{A.3}$$

¹Para simplificar usamos la siguiente nomenclatura: $r = r^W$, $\dot{K}_K|_{K^*,n^*,d^*} = a_{11}$, $\dot{K}_n|_{K^*,n^*,d^*} = a_{12}$, $\dot{K}_d|_{K^*,n^*,d^*} = a_{13}$, $\dot{n}_K|_{K^*,n^*,d^*} = a_{21}$, $\dot{n}_n|_{K^*,n^*,d^*} = a_{22}$, $\dot{n}_d|_{K^*,n^*,d^*} = a_{23}$, $\dot{d}_K|_{K^*,n^*,d^*} = a_{31}$, $\dot{d}_n|_{K^*,n^*,d^*} = a_{32}$, $\dot{d}_d|_{K^*,n^*,d^*} = a_{33}$

$$a_{21} = -\frac{n^*b(1-\alpha)p_A A_A F^\alpha n^{*- \alpha}(1-\tau)\beta}{(1-\beta)A_M K^{*\beta}(1-n^*)^\beta K^*} \quad (\text{A.4})$$

$$a_{22} = b \left(\frac{(1-\alpha)p_A A_A F^\alpha n^{*- \alpha}(1-\tau)}{(1-\beta)A_M K^{*\beta}(1-n^*)^{-\beta}} - 1 \right) - n^*b \left(\frac{(1-\alpha)p_A A_A F^\alpha n^{*- \alpha}\alpha(1-\tau)}{n^*(1-\beta)A_M K^{*\beta}(1-n^*)^{-\beta}} + \frac{(1-\alpha)p_A A_A F^\alpha n^{*- \alpha}(1-\tau)\beta}{(1-n^*)(1-\beta)A_M K^{*\beta}(1-n^*)^{-\beta}} \right) \quad (\text{A.5})$$

$$a_{23} = 0 \quad (\text{A.6})$$

$$a_{31} = \frac{\beta A_M K^{*\beta-1}(\beta-1)(1-n^*)^{1-\beta}d^*}{K^*} \quad (\text{A.7})$$

$$a_{32} = -\frac{\beta A_M K^{*\beta-1}(1-\beta)(1-n^*)^{1-\beta}d^*}{1-n^*} \quad (\text{A.8})$$

$$a_{33} = \beta A_M K^{*\beta-1}(1-n^*)^{1-\beta} - r - \delta \quad (\text{A.9})$$

Para evaluar la estabilidad del sistema se utilizaron los valores de los parámetros establecidos en la sección 3.4 (con $p_A = 2$ y $\tau = 0$). Sea J la matriz de las derivadas parciales (ecuaciones (A.1) a la (A.9)). Al analizar los autovalores de J , se deduce que es un punto silla (Lomelí y Rumbos, 2003), ya que se obtienen dos raíces reales negativas y una raíz real positiva (conforme al polinomio característico), es decir: $\lambda_1 = \frac{75258975908403}{5000000000000000}$, $\lambda_2 = -\frac{191575641907013}{5000000000000000}$ y $\lambda_3 = -\frac{426347169941423}{10000000000000000}$.

Apéndice B

Siguiendo a Barro y Sala-i-Martin (2009), es posible encontrar la solución del sistema de ecuaciones diferenciales numéricamente dado por (3.8), (3.14) y (3.20). Para ello, procedemos de la manera siguiente: i) se determinan los valores de estado estacionario; ii) se linealiza el sistema mediante una aproximación de Taylor; iii) se construye un sistema de ecuaciones diferenciales lineal; iv) se encuentran los autovalores y autovectores de la matriz linealizada; v) se hace un cambio de variables, es decir $Z = V^{-1}Y$, y se resuelve el sistema; vi) se transforma la solución, dada en el punto anterior, en las soluciones del vector Y premultiplicando el vector Z por V ; vii) con las condiciones iniciales se encuentra la solución particular del sistema y se suman las soluciones complementarias y particulares; viii) con las condiciones iniciales se encuentra la solución particular y se obtiene la solución exacta en la variedad estable. Con lo anterior, procedemos con:

i) Sabemos que $K^* = 26.69271239$, $n^* = 0.1658527384$ y $d^* = 0.296569100$;

ii) la linealización del sistema es como sigue:

$$\begin{aligned}\dot{K} &= -0.04474918683K - 0.4856875123n - 0.2049108831d + 1.335800014 \\ \dot{n} &= -0.002485363584K - 0.3795316353n + 0.1292874564 \\ \dot{d} &= -0.0003999776210K - 0.01279928388n - 1. \times 10^{(-11)}d + 0.01279928388\end{aligned}\tag{B.1}$$

iii) la matriz es:

$$\begin{bmatrix} \dot{K} \\ \dot{n} \\ \dot{d} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} K \\ n \\ d \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix},\tag{B.2}$$

donde la matriz de coeficientes A y B queda determinado por (B.1). En adelante, llamaremos

al vector $\begin{bmatrix} K \\ n \\ d \end{bmatrix} = Y$.

iv) la matriz diagonal de autovalores D , así como la matriz de autovectores V , viene dada por:

$$D = \begin{vmatrix} -0.383151283814026 & 0 & 0 \\ 0 & -0.0426347169941423 & 0 \\ 0 & 0 & 0.00150517951816806 \end{vmatrix}, \quad (B.3)$$

$$V = \begin{vmatrix} 0.824215155069584 & 0.999947110983829 & -.978580584642433 \\ 0.565931711403365 & -0.00737683251293642 & 0.00638292274820776 \\ 0.0197655301390986 & 0.00716642010834716 & 0.205765151709575 \end{vmatrix}$$

donde

$$V^{-1} = \begin{vmatrix} 0.0128465024901566 & 1.74804822148936 & 0.00687036239020116 \\ 0.955682943665043 & -1.55226400276134 & 4.59320126419156 \\ -0.0345186895731589 & -0.113852727971445 & 4.69927675172378 \end{vmatrix} \quad (B.4)$$

v) el cambio de variable propuesto es $Z = V^{-1}Y$. El sistema en términos de las nuevas variables puede escribirse como:

$$\begin{aligned} \dot{z}_1 &= -0.383151283814026z_1 + 0.243249001770394 \\ \dot{z}_2 &= -0.0426347169941423z_2 + 1.13470271024648 \\ \dot{z}_3 &= 0.00150517951816806z_3 - 0.000682418350911746 \end{aligned} \quad (B.5)$$

y se resuelve el sistema (B.5), lo que da lugar a:

$$\begin{aligned} z_1 &= \frac{121624500885197}{191575641907013} + C_1 e^{-\frac{191575641907013}{500000000000000}t} \\ z_2 &= \frac{11347027102464800}{426347169941423} + C_2 e^{-\frac{426347169941423}{1000000000000000}t} \\ z_3 &= \frac{341209175455873}{752589759084030} + C_3 e^{\frac{75258975908403}{5000000000000000}t} \end{aligned} \quad (B.6)$$

donde C_1 , C_2 y C_3 son las constantes de integración que pueden ser determinadas con las condiciones iniciales.

vi) se puede transformar las soluciones de (B.6) en soluciones de Y, al premultiplicar Z por V se tiene:

$$\begin{aligned} K_t &= K^* + C_1\mu_1e^{-\lambda_1t} + C_2\mu_2e^{-\lambda_2t} - C_3\mu_3e^{\lambda_3t} \\ n_t &= n^* + C_1\gamma_1e^{-\lambda_1t} - C_2\gamma_2e^{-\lambda_2t} + C_3\gamma_3e^{\lambda_3t} \\ d_t &= d^* + C_1\psi_1e^{-\lambda_1t} + C_2\psi_2e^{-\lambda_2t} + C_3\psi_3e^{\lambda_3t} \end{aligned} \quad (\text{B.7})$$

que es la misma que aparece en (3.28).

vii) y viii) las condiciones iniciales pueden determinarse si se considera que $C_3 = 0$, además por sentido económico supondremos un capital inicial menor al capital de estado estacionario, en este caso $K(0) = 1$. Con esto, es posible encontrar las trayectorias finales para la variedades estables, mismas que aparecen en la figura 3.1. Las cuales son:

$$\begin{aligned} K_t &= 26.69271239 - 0.3679979214e^{-\frac{191575641907013}{50000000000000}t} \\ &\quad + 0.1542899228e^{-\frac{426347169941423}{100000000000000}t} \\ n_t &= 0.1658527384 - 0.2526787965e^{-\frac{191575641907013}{50000000000000}t} \\ &\quad - 0.001138231119e^{-\frac{426347169941423}{100000000000000}t} \\ d_t &= 0.296569100 - 0.008824969988e^{-\frac{191575641907013}{50000000000000}t} \\ &\quad + 0.001105764888e^{-\frac{426347169941423}{100000000000000}t}. \end{aligned} \quad (\text{B.8})$$

Una vez que se se han encontrado las soluciones del sistema (B.6), todas las demás variables pueden también determinarse numéricamente. Para los aumentos de p_A y τ se realizó el mismo procedimiento, respectivamente, excepto el que corresponde a las condiciones iniciales, donde la condición inicial era el estado estacionario anterior.